Keysight U1401B Medidor/calibrador multifuncional portátil

Guia do usuário e de serviço

Aviso: Este documento contém informações sobre a Agilent. Note que os negócios de Teste e Medição da Agilent se tornarão Keysight Technologies. Para mais informações, acesse: **www.keysight.com.br**

Avisos

Número de peça do manual

U1401-90059

Edição

Edição 8, Novembro 2014

Impresso na Malásia

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

Garantia

O material contido neste documento é fornecido "como está" e está sujeito a alterações sem aviso em edições futuras. Além disso, até onde permitido pela lei aplicável, a Keysight se isenta de qualquer garantia, seja expressa, seja implícita, relacionada a este manual e às informações aqui contidas, incluindo as garantias implícitas de comercialização e adequação a um propósito em particular, mas não se limitando a estas. A Keysight não deve ser responsabilizada por erros ou por danos incidentais ou conseqüentes relacionados ao suprimento, uso ou desempenho deste documento ou das informações aqui contidas. Caso a Keysight e o usuário tenham um outro acordo por escrito com termos de garantia que cubram o material deste documento e sejam conflitantes com estes termos, devem prevalecer os termos de garantia do acordo em separado.

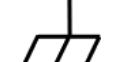
Licenças de tecnologia

O hardware e/ou o software descritos neste documento são fornecidos com uma licença e podem ser usados ou copiados apenas em conformidade com os termos de tal licença.

Legenda sobre direitos restritos

Direitos restritos do governo dos EUA. Os direitos de software e de dados técnicos concedidos ao governo federal incluem apenas aqueles direitos normalmente concedidos ao usuários finais. A Keysight fornece essa licença comercial costumeira do software e dos dados técnicos conforme a FAR 12.211 (dados técnicos) e 12.212 (software de computador) e, para o Departamento de Defesa, a DFARS 252.227-7015 (dados técnicos – itens comerciais) e DFARS 227.7202-3 (direitos sobre software comercial de computador ou documentação de software de computador).

Avisos de segurança

CUIDADO

O sinal **CUIDADO** indica risco. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não for corretamente realizado ou cumprido, pode avariar o produto ou causar perda de dados importantes. Não prossiga após um sinal de **CUIDADO** até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

AVISO

O sinal AVISO indica perigo. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não for corretamente realizado ou cumprido, pode resultar em ferimentos pessoais ou morte. Não prossiga após um sinal de AVISO até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

Símbolos de segurança

Os seguintes símbolos no instrumento e na documentação indicam precauções que devem ser tomadas para a operação segura do instrumento.

Símbolo	Descrição	Símbolo	Descrição
	Corrente contínua (DC)		Desligada (fonte)
	Corrente alternada (AC)		Ligada (fonte)
	Correntes contínua e alternada		Cuidado, risco de choque elétrico
3	Corrente alternada de três fases		Cuidado, perigo (consulte este manual para obter informações específicas sobre as notas de Aviso e Cuidado)
	Terminal terra		Cuidado, superfície quente
	Terminal condutor de proteção		Posição para fora de controle biestável de apertar
	Terminal de quadro ou chassi		Posição para dentro de controle biestável de apertar
	Eqüipotencialidade	CAT II 150 V	Proteção contra sobretensão de 150 V categoria II
	Equipamento inteiramente protegido com isolamento duplo ou isolamento reforçado		

Informações gerais de segurança

As precauções gerais de segurança fornecidas a seguir devem ser observadas durante todas as fases de operação, manutenção e reparo do instrumento. A falha em atender a tais precauções ou a advertências específicas em qualquer parte deste manual viola os padrões de segurança de projeto, fabricação e intenção de uso do instrumento. A Keysight Technologies não assumirá nenhuma responsabilidade se o cliente não atender tais exigências.

AVISO

- **Ao trabalhar acima de DC 60 V, AC 30 Vrms ou pico de AC 42,4 V, tenha cuidado: essas escalas oferecem risco de choque.**
- **Não meça mais do que a tensão nominal (conforme marcada no instrumento) entre terminais, ou entre o terminal e o terra.**
- **Confira o funcionamento do instrumento, medindo uma tensão conhecida.**
- **Este instrumento foi projetado para medições abaixo da CAT II 150 V. Evite medir linhas de alimentação com tensão acima de 150 V.**
- **Para medir correntes, desligue a alimentação do circuito antes de conectar o instrumento ao circuito. Sempre coloque o instrumento em série com o circuito.**
- **Quando for conectar pontas de prova, sempre conecte primeiro a ponta de teste comum. Ao desconectar pontas de prova, sempre desconecte primeiro a ponta de teste viva (positiva).**
- **Desconecte as pontas de prova do instrumento antes de abrir a tampa das pilhas.**
- **Não use o instrumento sem a tampa das pilhas ou com um pedaço da tampa fora do lugar ou solto.**
- **Recarregue ou substitua as pilhas assim que o indicador de pilha fraca piscar na tela. Isso evita falsas leituras, o que poderia ocasionar choques elétricos ou ferimentos pessoais.**
- **Não use o instrumento se ele estiver danificado. Antes de usar o instrumento, inspecione a caixa. Procure rachaduras ou plásticos faltando. Não opere o instrumento em ambientes com gás, vapor ou poeira explosivos.**
- **Verifique nas pontas de teste se não há danos no isolamento nem metal exposto, e veja se há continuidade. Não use a ponta de teste se ela estiver danificada.**
- **Não use nenhum outro adaptador de carga AC além do certificado pela Keysight para esse produto.**
- **Não use fusíveis recondicionados nem coloque os suportes dos fusíveis em curto. Para garantir a proteção contra incêndios, substitua os fusíveis apenas pelos tipos recomendados e com as mesmas características nominais de tensão e corrente.**
- **Não faça reparos nem ajustes sozinho. Em determinadas condições, podem existir tensões perigosas, ainda que o equipamento esteja desligado. Para evitar choques elétricos graves, o pessoal de serviço não deve tentar fazer reparos nem ajustes internos, a menos que esteja presente outra pessoa qualificada para prestar os primeiros socorros ou fazer o ressuscitamento.**

AVISO

- **Não substitua peças nem modifique o equipamento, evitando assim o risco de ocorrência de outros danos. Para reparos ou serviços, envie o produto ao escritório de serviços e vendas da Keysight Technologies mais próximo, a fim de garantir que os recursos de segurança sejam mantidos**
- **Não opere nenhum equipamento danificado, já que os recursos de segurança embutidos no produto podem ter sido atingidos, seja por danos físicos, excesso de umidade ou qualquer outra causa. Desligue a alimentação e não use o produto até que a segurança da operação possa ser verificada pelo pessoal de serviço treinado. Se for necessário, envie o produto ao escritório de serviços e vendas da Keysight Technologies mais próximo para reparos ou serviços, a fim de garantir que os recursos de segurança sejam mantidos.**

CUIDADO

- Desligue a energia do circuito e descarregue todos os capacitores de alta tensão no circuito antes de realizar medições de resistência e capacitância ou testes de continuidade e de diodo.
- Para as medições, use os terminais, funções e escalas corretos.
- Não meça a tensão quando a medição de corrente estiver selecionada.
- Use apenas as pilhas recarregáveis recomendadas. Insira as pilhas corretamente no instrumento e respeite a polaridade correta.
- Desconecte os fios de teste de todos os terminais durante o carregamento da pilha.

Condições ambientais

Este instrumento foi projetado para uso em áreas internas com baixa condensação. A tabela abaixo mostra os requisitos ambientais gerais do instrumento.

Condições ambientais	Requisitos
Temperatura de operação	Precisão total de 0 °C a 40 °C
Umidade durante a operação	Precisão total até 80% de umidade relativa para temperaturas até 31 °C, diminuindo linearmente até 50% de umidade relativa a 40 °C
Temperatura de armazenamento	–20 °C a 60 °C (sem as pilhas)
Umidade durante o armazenamento	5% a 80% U.R. sem condensação
Altitude	Até 2.000 m
Grau de poluição	Grau de poluição 2

CUIDADO

O Medidor/calibrador multifuncional portátil está em conformidade com requisitos EMC e de segurança listados a seguir.

- IEC 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2a edição)
- Canadá: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- EUA: ANSI/UL 61010-1:2004
- IEC 61326-2-1:2005/EN 61326-2-1:2006
- Canadá: ICES/NMB-001:2004
- Austrália/Nova Zelândia: AS/NZS CISPR11:2004

CUIDADO

Algumas especificações do produto podem ser prejudicadas devido à presença de campos eletromagnéticos (EM) no ambiente e de ruído nos cabos de E/S ou na linha de força do instrumento. O produto irá se recuperar e funcionar dentro de todas as especificações quando a origem do campo EM no ambiente e o ruído forem eliminados ou quando o produto ficar protegido do campo EM no ambiente, ou quando os fios do produto forem isolados contra o ruído EM do ambiente.

Marcações normativas

ISM 1-A	CE é marca registrada da Comunidade Européia. A marca CE mostra que o produto obedece a todas as diretrizes legais européias relevantes.	N10149	O sinal de certo é uma marca registrada da Spectrum Management Agency (Entidade de Controle de Espectro), um órgão australiano. Significa conformidade com as regulamentações de EMC da Austrália, sob os termos da Lei de Radiocomunicação de 1992.
ICES/NMB-001	ICES/NMB-001 indica que esse dispositivo ISM está em conformidade com o ICES-001 canadense. Cet appareil ISM est confomre a la norme NMB-001 du Canada.		Este instrumento está em conformidade com os requisitos de marcação da Diretiva WEEE - 2002/96/EC. A etiqueta de produto afixada sinaliza que não se deve descartar este produto eletroeletrônico no lixo doméstico.
C US	A marca CSA é uma marca registrada da Canadian Standards Association (Associação Canadense de Padronização).		

Diretiva Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE, Descarte de equipamentos elétricos e eletrônicos) 2002/96/EC

Este instrumento está em conformidade com os requisitos de marcação da Diretiva WEEE - 2002/96/EC. A etiqueta de produto afixada sinaliza que não se deve descartar este produto eletroeletrônico no lixo doméstico.

Categoria do produto:

De acordo com os tipos de equipamento apresentados na Diretiva WEEE, Anexo 1, este produto é classificado como "Instrumento de Monitoramento e Controle".

A etiqueta afixada no produto é exibida a seguir.

Não jogue no lixo doméstico

Se não quiser mais o instrumento, entre em contato com a Keysight Technologies ou acesse:

www.keysight.com/environment/product

para obter mais informações.

Neste guia...

1 Passos iniciais

Este capítulo contém uma breve descrição do painel frontal, da chave rotativa, do teclado, do visor, dos terminais e do painel traseiro do medidor/calibrador multifuncional portátil U1401B.

2 Operações de Saída do Calibrador

Este capítulo contém informações detalhadas sobre como gerar sinais com o U1401B.

3 Fazer as medidas

Este capítulo contém informações detalhadas sobre como realizar medições usando o U1401B.

4 Alterar as configurações-padrão

Este capítulo descreve como alterar as configurações padrão do U1401B.

5 Exemplos de aplicação

Este capítulo descreve alguns exemplos de aplicação do U1401B.

6 Manutenção

Este capítulo o ajudará a solucionar problemas do U1401B.

7 Testes de desempenho e calibração

Este capítulo contém os procedimentos para teste de desempenho e os procedimentos de ajustes para ajudá-lo a garantir que o U1401B esteja operando dentro das especificações publicadas.

8 Especificações

Este capítulo descreve as especificações do U1401B.

Declaração de conformidade (DoC)

A Declaração de conformidade (Declaration of Conformity, DoC) deste instrumento está disponível no site da Web. Você pode pesquisar o DoC por seu modelo de produto ou descrição.

http://www.keysight.com/go/conformity

NOTA Se não conseguir pesquisar o respectivo DoC, contate seu representante local da Keysight.

Conteúdo

3 Fazer as medidas

4 Alterar as configurações-padrão

Lista de tabelas

Lista de figuras

1
Passos iniciais

Este capítulo contém uma breve descrição do painel frontal, da chave rotativa, do teclado, do visor, dos terminais e do painel traseiro do Medidor/calibrador multifuncional portátil U1401B.

Apresentando o Medidor/calibrador multifuncional portátil U1401B

Os principais recursos do U1401B são:

- Geração e medição de sinais simultaneamente.
- Medições de tensão e corrente DC, AC e AC + DC.
- Saídas de tensão DC, corrente DC e onda quadrada.
- Saída inteligente e controle standby.
- Pilhas Ni-MH recarregáveis com recurso de recarga embutido.
- Design inteligente do carregador, sem remoção das pilhas.
- Luz de fundo de eletroluminescência brilhante com exibição LCD de 5 dígitos.
- Leitura da escala percentual para medição de 4-20 mA ou 0-20 mA.
- Capacidade para cargas até 1.200 Ω para simulação de 20 mA com fio de teste amarelo.
- Passos e intervalo de tempo ajustáveis para varredura automática.
- Resoluções e início ajustáveis para saída de rampa linear.
- Modo de Retenção de pico de 1ms para medir mais facilmente as tensões e correntes de entrada.
- Medição de temperatura com compensação selecionável de 0 °C.
- Medições de freqüência, ciclo de serviço e largura de pulso.
- Gravação dinâmica do registro das leituras mínima, máxima e média.
- Retenção de dados manual ou com disparo automático e modo relativo.
- Testes de diodo e de continuidade audível.
- Interface de computador bidirecional óptica com comandos SCPI.
- Medição de resistência até 50 MΩ.
- Calibração de caixa fechada segura, precisa e rápida.
- Medidor digital rms real de precisão de 50.000 contagens, desenvolvido para atender ao padrão IEC 61010-1 CAT II 150V.

Itens de compra-padrão

Verifique se você recebeu os seguintes itens junto com o U1401B Medidor/calibrador multifuncional portátil:

- Estojo de proteção
- Conjunto de pilhas recarregáveis (1,2 V NiMH AA x 8)
- Cabo de alimentação e adaptador de alimentação CA
- Fios de silicone para teste
- Pontas de 19 mm
- Clipes jacaré
- Fio de teste amarelo para simulação de mA
- Certificado de calibração
- Guia de início rápido impresso

Se estiver faltando algo, entre em contato com o escritório de vendas e serviços da Keysight mais próximo.

Lista de acessórios

Tabela 1-1 Lista de acessórios

Tipo	Número de fabricação Keysight	Descrição
Padrão		Bolso protetor
		8 pilhas recarregáveis (1,2V NiMH AA)
		Adaptador de alimentação AC para Medidor/calibrador multifuncional portátil
		Cabo de alimentação (de acordo com o país)
		Fios de silicone para teste
		Pontas de 19 mm
		Grampos jacaré
		Certificado de calibração
		CD de referência do produto
		Dois guias de início rápido impressos: um em inglês, outro no idioma local
Opcional	U1186A	Adaptador de entrada para termopar tipo K e conjunto de provas
	U1184A	Adaptador de entrada para termopar tipo K
	U1181A	Prova de imersão tipo K
	U1182A	Ponta de prova de superfície industrial
	U1183A	Ponta de prova de ar
	U1160A	Kit de fios de teste padrão
	U1161A	Kit de fios de teste expandido
	U1162A	Clipes jacaré
	U1168A	Fios para teste padrão definidos com pontas de prova de 4 mm
	U1169A	Fios para teste padrão com ponta de prova de 4 mm
	U5481A	Cabo IR para USB
	U5491A	Estojo de transporte maleável para dispositivos portáteis e acessórios

Visão geral do produto

Interruptor deslizante

O interruptor deslizante tem as seguintes posições:

- **CHARGE**: selecione esta posição para carregar as pilhas. Use o adaptador de AC incluído para carregar o instrumento.
- **M**: selecione esta posição para habilitar apenas as funções de medição.
- **M/S**: selecione esta posição para habilitar as funções de medição e de fonte.

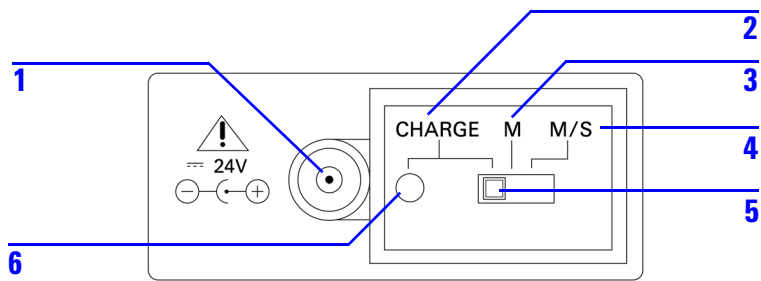



Figura 1-1 O interruptor deslizante

Tabela 1-2 Funções do interruptor deslizante

Nº	Descrição	Função
1	Entrada para adaptador externo de AC	Permite que um adaptador externo de AC seja conectado para fornecer energia e carregar as pilhas.
2	CHARGE	Carrega as pilhas com um adaptador externo de AC.
3	M	Habilita apenas as funções de medição.
4	M/S	Habilita as funções de medição e fonte.

Tabela 1-2 Funções do interruptor deslizante (continuação)

Nº	Descrição	Função
5	Interruptor deslizante	—
6	Indicador de carregamento	Indica o processo de carregamento. VERDE: totalmente carregada AMARELO: Carregando

Visão geral do painel frontal

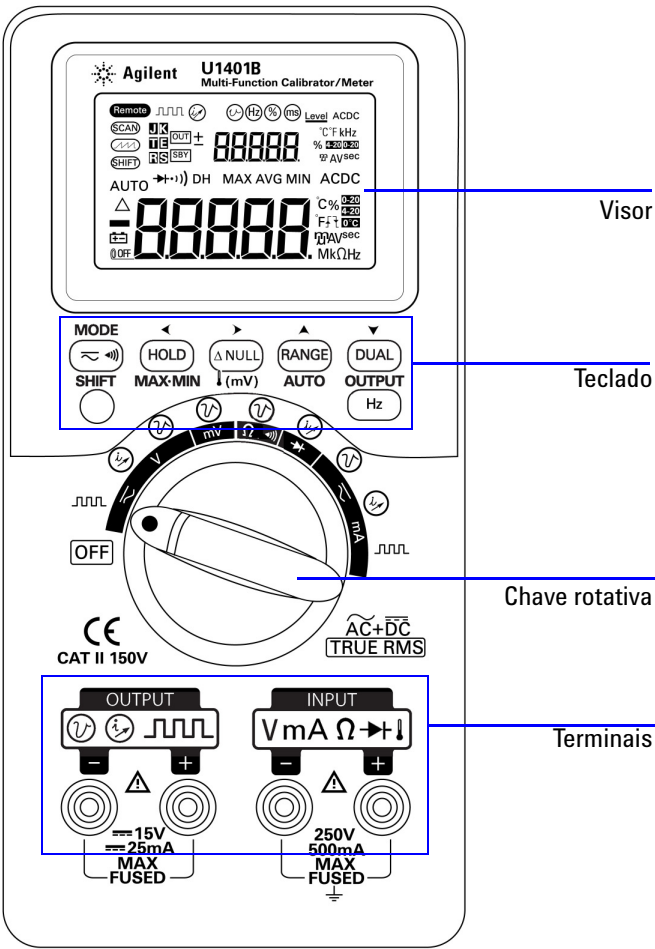



Figura 1-2 O painel frontal

Visão geral da chave rotativa

Antes de ligar o U1401B, deixe o interruptor deslizante na posição **M** ou **M/S**. Para ligar o U1401B, posicione a chave rotativa na função desejada. As funções de entrada e saída são selecionadas juntas. O círculo externo indica a função de *saída* (*fonte*) e o círculo interno indica a função de *entrada* (*medição*).

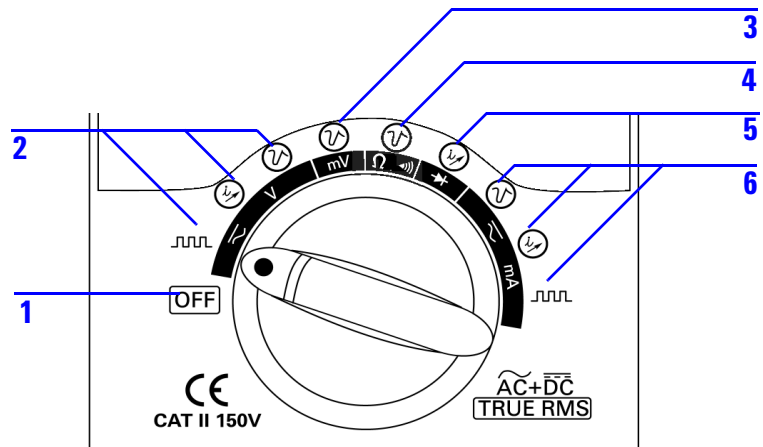



Figura 1-3 A chave rotativa

Tabela 1-3 Posições da chave rotativa e suas funções correspondentes

Nº	Descrição / Função	
	Entrada (branco)	**Saída (laranja)**
1	OFF	—
2	Medições de tensão DC, AC ou AC+DC	• Saída de onda quadrada • Corrente constante: ±25 mA • Tensão constante: ±1,5 V, ±15 V
3	Medições DC, AC ou AC+DC mV ou de temperatura	Tensão constante: ±1,5 V, ±15 V
4	Medição de resistência e teste de continuidade	Tensão constante: ±1,5 V, ±15 V

Tabela 1-3 Posições da chave rotativa e suas funções correspondentes (continuação)

Nº	Descrição / Função	
	Entrada (branco)	Saída (laranja)
5	Testes de continuidade e de diodo	Corrente constante: ±25 mA
6	Medições DC, AC ou AC+DC mA: 50 mA ou 500 mA	• Tensão constante: ±1,5 V, ±15 V • Corrente constante: ±25 mA • Saída de onda quadrada

Visão geral do teclado

A operação de cada tecla é exibida abaixo. Um mostrador relacionado surgirá na exibição e um som será emitido quando uma tecla for pressionada. Girar a chave rotativa para outra posição restaura a operação atual da chave.

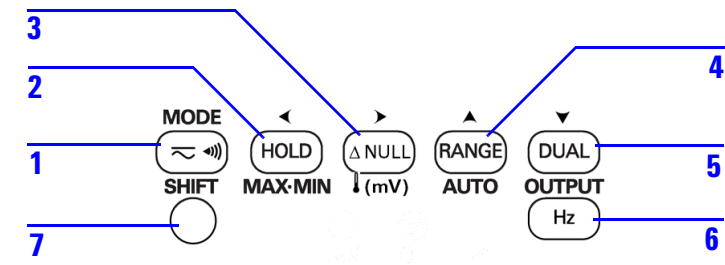



Figura 1-4 Funções do teclado

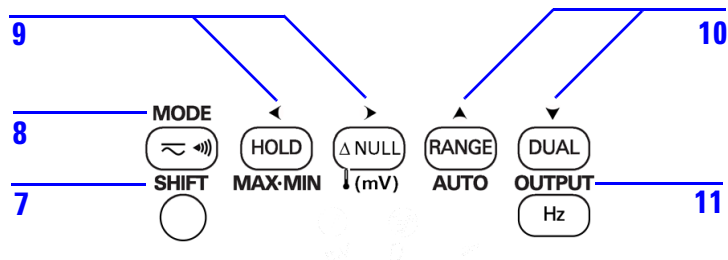



Figura 1-5 Funções do teclado (com SHIFT)

Tabela 1-4 Funções do teclado

Nº	Tecla	Função quando pressionada por menos de um segundo	Função quando pressionada por mais de um segundo
1	⏦ ◂)))	Seleciona DC, AC ou AC+DC	Alterna entre Retenção de pico ligada/desligada para medições de V e mA
2	HOLD	***Se o modo de Retenção de pico estiver ativado:*** Congela o valor atual da medição. Pressione novamente para disparar o próximo valor medido.	Sai do modo de Retenção de dados[1]
		Se o modo de Atualização de retenção estiver ativado: Entra ou sai do modo de atualização de retenção	–
	MAX MIN[2]	Alterna entre as leituras MAX, MIN, AVG e atual (MAX AVG MIN) no modo de gravação dinâmica	Entra ou sai do modo de gravação dinâmica[1]
3	Δ NULL	Salva o valor exibido como referência a ser subtraída de medições subseqüentes	Alterna entre testes de temperatura e mV
4	RANGE	Altera a escala de medição	Define como escala automática

Tabela 1-4 Funções do teclado (continuação)

Nº	Tecla	Função quando pressionada por menos de um segundo	Função quando pressionada por mais de um segundo
5	DUAL	Alterna entre diferentes combinações das exibições principal e secundária.	–
6	Hz	Seleciona freqüência (Hz), ciclo de serviço (%) ou largura de pulso (ms) na exibição principal	Sai da seleção
7	SHIFT	Habilita e desabilita as funções com SHIFT das outras teclas	Liga/desliga a luz de fundo
8 [3]	**MODE**	Seleciona modos de saída para corrente e tensão constantes, varredura e rampa automáticas. Seleciona freqüência (Hz), ciclo de serviço (%), largura de pulso (ms) e ajustes de nível para saída de onda quadrada.	Entra no modo de ajuste (para saídas de varredura e rampa automáticas).
9 [3]	◀ ▶	Seleciona um dígito ou a polaridade a ser ajustada. O dígito/polaridade selecionado piscará na exibição secundária.	—
10 [3]	▲ ▼	Ajusta um dígito ou a polaridade Pressione para ajustar o dígito selecionado ou ativar/desativar a polaridade de saída.	—
11 [3]	**OUTPUT**	Liga e desliga o estado da saída. OUT indica que o sinal está sendo gerado e SBY indica que a saída foi desabilitada.	—

[1] Quando a tecla HOLD é mantida pressionada por mais de um segundo, sua função varia de acordo com o estado atual do instrumento. Se o instrumento estiver no modo de Retenção de dados, pressione a tecla por mais de um segundo para sair desse modo; se o instrumento não estiver no modo de Retenção de dados, pressione a tecla por mais de um segundo para entrar ou sair do modo de Gravação dinâmica.

[2] Aplicável apenas com o instrumento no modo de Gravação dinâmica.

[3] Funções com SHIFT.

Funções com SHIFT

Todas as teclas (com exceção da própria tecla **SHIFT**) tem uma função com SHIFT. Para acessar as funções com SHIFT, pressione primeiro a tecla **SHIFT**. Depois de pressionar **SHIFT**, as funções com SHIFT continuarão habilitadas (a exibição de LCD indicará SHIFT) até que você aperte **SHIFT** novamente.

Ao longo deste manual, as instruções envolvendo funções com SHIFT serão dadas sem mencionar explicitamente a tecla **SHIFT**. Consulte Tabela 1-5 na página 12 para uma lista dessas instruções e do que você precisará fazer.

Tabela 1-5 Instruções envolvendo funções com SHIFT

Instruções	Ações necessárias
Pressione **MODE**	Pressione **SHIFT** [1] e depois pressione (≂ •))).
Pressione ◀	Pressione **SHIFT** [1] e depois pressione HOLD.
Pressione ▶	Pressione **SHIFT** [1] e depois pressione Δ NULL.
Pressione ▲	Pressione **SHIFT** [1] e depois pressione RANGE.
Pressione ▼	Pressione **SHIFT** [1] e depois pressione DUAL.
Pressione **OUTPUT**	Pressione **SHIFT** [1] e depois pressione Hz.

[1] Se as funções com SHIFT ainda não estiverem habilitadas.

Visão geral do visor

Para visualizar a exibição completa (com todos os segmentos iluminados), pressione HOLD enquanto gira a chave rotativa da posição OFF até qualquer outra posição. Quando concluir a visualização da exibição completa, pressione qualquer botão para retornar à funcionalidade normal, dependendo da posição da chave rotativa.

O instrumento entrará em modo de economia de energia se o recurso de desligamento automático (OFF) estiver habilitado. Para reativar o instrumento, faça o seguinte:

1. Coloque a chave rotativa na posição OFF;
2. Gire a chave rotativa para qualquer posição que não seja a de saída de onda quadrada e pressione qualquer tecla.

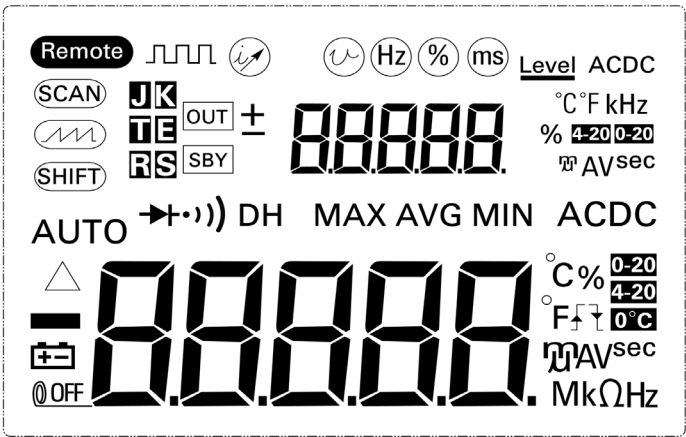



Figura 1-6 Exibição completa

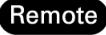
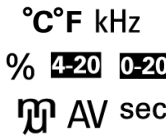
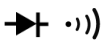
Tabela 1-6 Descrição dos mostradores da exibição

Mostrador da exibição LCD	Descrição
Remote	Controle remoto
SCAN	Saída da varredura
	Saída da rampa
SHIFT	Funções com SHIFT habilitadas
AUTO	Escala automática
△	Modo relativo
	Indicação de pilha com pouca energia
OFF	Desligamento automático habilitado
	Saída de onda quadrada
Hz % ms Level	Freqüência (Hz), ciclo de serviço (%), largura de pulso (ms) e nível para saída de onda quadrada.
	Saída de corrente constante
	Saída de tensão constante

Tabela 1-6 Descrição dos mostradores da exibição (continuação)

Mostrador da exibição LCD	Descrição
J K T E R S	Tipos de termopar para teste de temperatura. O U1401B suporta apenas o termopar tipo K.
OUT SBY	OUT Saída habilitada e SBY saída desabilitada
± 88888	Exibição secundária para saída e entrada
°C°F kHz % 4-20 0-20 AV sec	Unidades de entrada e saída para exibição secundária
	Continuidade audível e diodo
	Continuidade audível para resistência
DH	Acionar Retenção (manual)
MAXAVGMIN	Modo de Gravação dinâmica: valor atual na exibição principal
MAX	Modo de Gravação dinâmica: valor máximo na exibição principal
AVG	Modo de Gravação dinâmica: valor médio na exibição principal
MIN	Modo de Gravação dinâmica: valor mínimo na exibição principal
ACDC	Corrente alternada/contínua
– 88888	Exibição principal para entrada

Tabela 1-6 Descrição dos mostradores da exibição (continuação)

Mostrador da exibição LCD	Descrição
°C % °F AV sec Mk Ω Hz	Unidades de entrada para exibição principal
	Saída de onda quadrada. Inclinação de disparo positiva ou negativa .
	Inclinação positiva para medição de largura de pulso (ms) e ciclo de serviço (%)
	Inclinação negativa para medição de largura de pulso (ms) e ciclo de serviço (%)
0-20 4-20	Escala percentual para medição de corrente de 0 a 20 mA e de 4 a 20 mA
0°C	Sem compensação de temperatura ambiente

Visão geral dos terminais

AVISO **Para evitar danos a este instrumento, não exceda os limites nominais de entrada.**

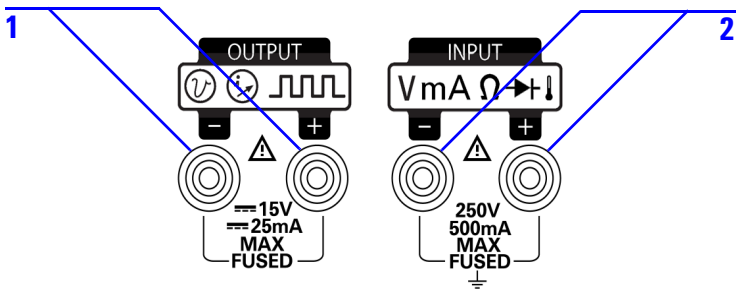



Figura 1-7 Terminais

Tabela 1-7 Descrição dos terminais

Nº	Descrição	Função
1	**OUTPUT (laranja)**	Para funções de tensão constante, corrente constante e saída de onda quadrada
2	**INPUT (cinza claro)**	Para medições de tensão, corrente e resistência, e testes de continuidade e de diodo

O instrumento tem quatro terminais. Os dois terminais de funções de entrada são protegidos contra sobrecargas nos limites especificados em Tabela 1-8. Os outros dois terminais são para funções de saída, com proteção contra sobrecargas de 30 V DC.

Tabela 1-8 Proteção contra sobrecargas nos terminais de entrada

Posição da chave rotativa	Terminal de entrada	Proteção contra sobrecarga
Escala de tensão AC/DC: 5 V a 250 V	+ e –	250 Vrms
Escala de tensão AC/DC: 50 mV a 500 mV		
Ohm (Ω)		
Diodo (•))))		
Temperatura		
Escala de corrente AC/DC: 50 mA a 500 mA		Fusível de ação rápida de 250 V/630 mA

Visão geral do painel traseiro

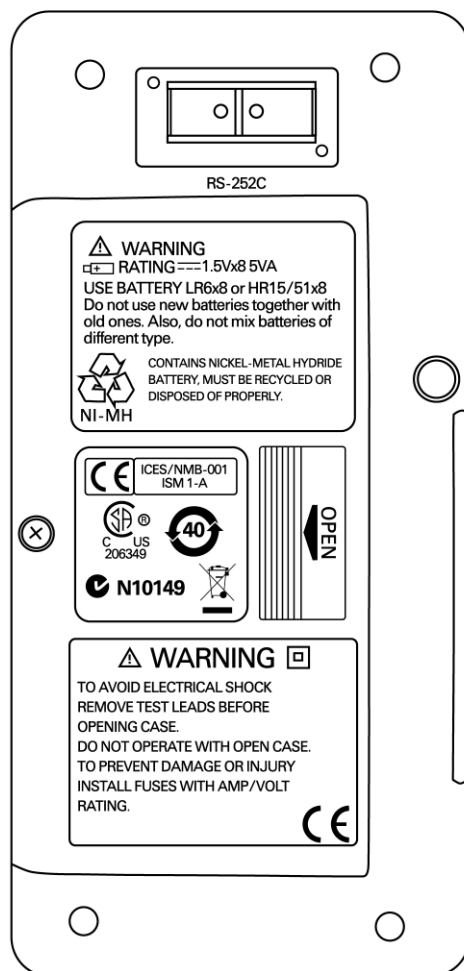



Figura 1-8 O painel traseiro

Seleção de exibição com a chave Hz

A função de medição de freqüência é capaz de detectar a presença de correntes harmônicas em condutores neutros e de determinar se essas correntes neutras são o resultado de fases desbalanceadas ou de cargas não-lineares. Pressione Hz para entrar no modo de medição de freqüência para medição de corrente ou tensão. Os valores de tensão ou corrente serão mostrados na exibição secundária e os valores de freqüência na exibição principal. Pressione essa tecla novamente para passar para freqüência (Hz), ciclo de serviço (%) ou largura de pulso (ms). Assim é possível monitorar simultaneamente, em tempo real, tensão ou corrente com freqüência, ciclo de serviço ou largura de pulso.

Depois de manter pressionado Hz por mais de um segundo, a exibição principal voltará aos valores de medição de tensão e corrente.

Tabela 1-9 Funções de medição e a seleção de exibição correspondente com a tecla Hz

Função de medição	Exibição principal	Exibição secundária
Tensão AC	Freqüência (Hz)	Tensão AC
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	
Tensão DC	Freqüência (Hz)	Tensão DC
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	
Tensão AC+DC	Freqüência (Hz)	Tensão AC+DC
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	
Corrente AC	Freqüência (Hz)	Corrente AC
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	

Tabela 1-9 Funções de medição e a seleção de exibição correspondente com a tecla Hz (continuação)

Função de medição	Exibição principal	Exibição secundária
Corrente DC	Freqüência (Hz)	Corrente DC
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	
Corrente AC+DC	Freqüência (Hz)	Corrente AC+DC
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	
Corrente na escala percentual (0 mA a 20 mA ou 4 mA a 20 mA)	Freqüência (Hz)	Corrente na escala percentual (0 mA a 20 mA ou 4 mA a 20 mA)
	Ciclo de serviço (%)	
	Largura de pulso (ms)	

Seleção de exibição com a tecla DUAL

Pressione DUAL para habilitar a função de exibição dupla, na qual dois parâmetros separados do sinal medido são exibidos simultaneamente nas exibições principal e secundária. A função de exibição dupla não está disponível no modo de Gravação dinâmica nem no modo de disparo. Consulte a Tabela 1-10.

Tabela 1-10 Funções de medição e a seleção de exibição correspondente com a tecla DUAL

Função de medição	Exibição principal	Exibição secundária
Tensão AC	Tensão AC	Hz (acoplamento AC)
Tensão DC	Tensão DC	Hz (acoplamento DC)
Tensão AC+DC	Tensão AC+DC	Hz (acoplamento AC)
Corrente DC	Corrente DC	Hz (acoplamento DC)
Corrente AC	Corrente AC	Hz (acoplamento AC)
Corrente AC+DC	Corrente AC+DC	Hz (acoplamento AC)
Corrente na escala percentual (0 mA a 20 mA ou 4 mA a 20 mA)	Corrente na escala percentual (0 mA a 20 mA ou 4 mA a 20 mA)	Hz (acoplamento DC)
Temperatura	Celsius (°C)	Fahrenheit (°F)
	Fahrenheit (°F)	Celsius (°C)

Comunicação remota

O U1401B tem capacidade de comunicação bidirecional (full duplex) que facilita muito a transferência de dados do instrumento para um PC.

O acessório requerido por esse recurso é o cabo opcional IR-USB, que será usado com um software aplicativo que pode ser baixado pelo website da Keysight.

Para se comunicar com o computador pessoal por uma comunicação remota:

1 Configure os parâmetros de comunicação do instrumento e o computador pessoal que está sendo usado. Os valores padrão para taxa de baud, paridade, bits de dados e bit de parada para o instrumento são 9600, n, 8 e 1, respectivamente.
2 Verifique se o driver USB e o software de registro de dados da Keysight foram instalados no computador.

NOTA Será preciso baixar o software de registro de dados no site da Keysight para poder usar esse recurso. Acesse: http://www.keysight.com/find/hhTechLib para baixar o software.

3 Encaixe o lado óptico do cabo na porta de comunicação do instrumento. Verifique se o lado com o texto está voltado para cima. Consulte a Figura 1-10 na página 25.
4 Conecte a outra ponta do terminal do cabo USB à porta USB do computador pessoal.
5 Use o software de transferência de dados para recuperar os dados necessários.
6 Pressione as lingüetas para remover o cabo da porta de comunicação do instrumento. Consulte a Figura 1-11 na página 25.
7 Não é recomendável remover a capa do conector do cabo IR-USB. Às vezes, ao pressionar a lingüeta para desconectar o cabo, a capa do conector pode sair acidentalmente, como visto na Figura 1-11 na página 25. Para colocar a capa de

volta, basta deslizá-la sobre o conector. Verifique se o texto da capa está no mesmo lado do texto da parte superior do conector. Você ouvirá um "clique" quando a capa se encaixar corretamente.

Figura 1-9 Cabo IR-USB

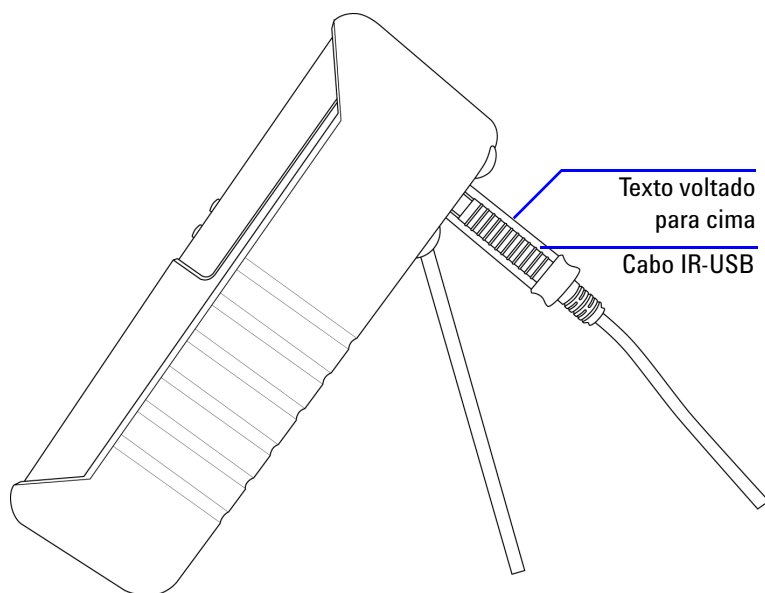



Figura 1-10 Conexão de cabo IR-USB

Figura 1-11 Cabo IR-USB

2
Operações de Saída do Calibrador

Este capítulo contém informações detalhadas sobre como gerar sinais com o U1401B.

Habilitar e desabilitar a saída

O U1401B pode gerar e medir sinais simultaneamente. Pressione a tecla OUTPUT para desabilitar a saída do U1401B colocando-o em modo standby. Pressione a tecla novamente para ativar a saída.

Quando a saída estiver no modo standby, o mostrador OUT desaparecerá e o mostrador SBY será exibido. Isso significa que o calibrador parou de gerar saída.

O modo standby também será ativado automaticamente se:

- você alimentar acidentalmente um sinal externo nos terminais de saída com a função de saída ativada.
- o ruído de um sistema de energia externo ou terminais de saída causarem um sinal de erro na saída. Por exemplo, quando ocorre uma descarga eletrostática (ESD) com uma tensão de 8.000 V, o instrumento entra em modo standby.
- uma condição de sobrecarga tiver sido detectada durante a geração de saída de tensão constante ou de onda quadrada.
- ocorrer a condição de pilha fraca ou baixa. Isso garante a qualidade da saída e serve como mais um alerta ao usuário de que o nível de energia da pilha está baixo.
- o interruptor deslizante é posto na posição **M** (apenas entrada) (faça isso para conservar a carga da pilha caso não pretenda usar nenhuma das funções de saída).

Operação de Tensão Constante

O U1401B pode gerar uma saída de tensão constante em duas escalas diferentes, ±1,5 V e ±15 V.

Para selecionar a função de saída de tensão constante:

1 Gire a chave rotativa para qualquer das posições (saída de tensão constante).

2 Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador SHIFT surgirá na exibição.

3 Pressione **MODE** para percorrer os modos de saída de ±1,5 V, ±15 V, SCAN ±1,5 V, SCAN ±15 V, ±1,5 V e ±15 V. Selecione ±1,5 V ou ±15 V para saída constante (ou saída uniforme, ao contrário das saídas de *varredura automática* ou de *rampa automática*, que serão discutidas em "Geração de memória" na página 31), dependendo da escala de tensão necessária.

   - Ao contrário dos modos de varredura e rampa automática, não há mostrador especial na exibição indicando a operação de tensão constante (CV).

4 Com o instrumento no modo standby (o mostrador SBY deve surgir na exibição; do contrário, pressione **OUTPUT**), ajuste a amplitude da saída pressionando ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado e depois pressione ▲ e ▼ para ajustar o valor do dígito selecionado.

5 Pressione **OUTPUT** para iniciar a saída da fonte. O mostrador OUT surgirá na exibição.

Operação de Corrente Constante

O U1401B pode gerar uma saída de corrente constante na escala de ±25 mA.

Para selecionar a função de saída de corrente constante:

1. Gire a chave rotativa para qualquer das posições (saída de corrente constante).
2. Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador SHIFT surgirá na exibição.
3. Pressione **MODE** para percorrer os modos de saída de ±25 mA, SCAN ±25 mA e ±25 mA. Selecione o modo de saída de ±25 mA para saída constante (ou saída uniforme, ao contrário das saídas de *varredura automática* ou de *rampa automática*, que serão discutidas em "Geração de memória" na página 31).
   - Ao contrário dos modos de varredura e rampa automática, não há mostrador especial na exibição indicando a operação de corrente constante (CC).
4. Com o instrumento no modo standby (o mostrador SBY deve surgir na exibição; do contrário, pressione **OUTPUT**), ajuste a amplitude da saída pressionando ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado e depois pressione ▲ e ▼ para ajustar o valor do dígito selecionado.
5. Pressione **OUTPUT** para iniciar a saída da fonte. O mostrador OUT surgirá na exibição.

Geração de memória

Para saídas de tensão e corrente constantes, o U1401B oferece duas funções adicionais úteis. Um é a saída de *varredura automática*, capaz de gerar até 16 passos diferentes de tensão ou corrente constante, cada um com amplitude e intervalo de tempo definido pelo usuário. O outro é uma saída de *rampa automática* com rampas duplas e número de passos definidos pelo usuário para simulação linear.

Saída de varredura automática

Para definir a saída de *varredura automática*:

1. Gire a chave rotativa para qualquer das posições (saída de corrente constante) ou (saída de tensão constante).
2. Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador SHIFT surgirá na exibição.
3. Siga uma das instruções abaixo:
   - Para saída de tensão, pressione **MODE** para percorrer os modos de saída de ±1,5 V, ±15 V, SCAN ±1,5 V, SCAN ±15 V, ±1,5 V e ±15 V. Selecione um dos dois SCAN modos de saída, dependendo da escala de tensão necessária.
   - Para saída de corrente, pressione **MODE** para percorrer os modos de saída de ±25 mA, SCAN ±25 mA e ±25 mA. Selecione o modo de saída SCAN .

4 Depois de selecionar a função (SCAN) necessária, pressione ◀ ou ▶ para selecionar um dos três modos: contínuo, circular ou de passos. A exibição secundária indicará **Cont**, **CyCLE**, ou **StEP** respectivamente (Figura 2-1 na página 34).

- **Modo contínuo (Cont):** neste modo a saída do sinal é de acordo com as amplitudes e intervalos de tempo definidos na memória, indo do passo 1 até o passo em que o intervalo de tempo seja "00" segundos, para então recomeçar do passo 1. De acordo com as configurações padrão, por exemplo Tabela 2-1 na página 33, o sinal de saída seguirá do passo 1 ao 11, para então voltar ao passo 1 porque o intervalo de tempo do passo 12 é de "00" segundos.
- **Modo circular (CyCLE):** semelhante ao modo contínuo, mas emite a saída por apenas um ciclo. A saída varia de acordo com as amplitudes e intervalos de tempo definidos na memória, indo do passo 1 até o passo em que o intervalo de tempo seja "00" segundos. O nível de saída será mantido na amplitude do último passo anterior ao passo de intervalo zero. De acordo com as configurações padrão, por exemplo, o sinal de saída seguirá do passo 1 ao 11 e se manterá no passo 11.
- **Modo de passos (StEP):** modo de saída passo-a-passo. É possível selecionar manualmente de qual passo dos sinais definidos pelo usuário você deseja obter a saída. Depois de selecionar esse modo, pressione ▲ ou ▼ para selecionar de qual sinal deseja obter a saída. A amplitude de saída será mantida até que você selecione outro passo como saída.

5 Pressione **OUTPUT** para iniciar a saída da fonte. O mostrador OUT surgirá na exibição.

As saídas contínua e circular sempre começam pelo passo 1. Se o intervalo de tempo do passo 1 for de "00" segundos, o nível de saída será definido como a amplitude do passo 1 e o status de saída será definido como SBY. Se você interromper o sinal de saída no modo circular ou contínuo, o próximo passo de saída começará do passo 1.

Tabela 2-1 Configurações padrão da saída de varredura automática

Modo	SCAN ±1,5000 V		SCAN ±15,000 V		SCAN ±25,000 mA	
Passo	**Amplitude**	**Intervalo de tempo**	**Amplitude**	**Intervalo de tempo**	**Amplitude**	**Intervalo de tempo**
1	+1,5000 V	02 s	+15,000 V	02 s	+00,000 mA	02 s
2	+1,2000 V	02 s	+12,000 V	02 s	+04,000 mA	02 s
3	+0,9000 V	02 s	+09,000 V	02 s	+08,000 mA	02 s
4	+0,6000 V	02 s	+06,000 V	02 s	+12,000 mA	02 s
5	+0,3000 V	02 s	+03,000 V	02 s	+16,000 mA	02 s
6	+0,0000 V	02 s	+00,000 V	02 s	+20,000 mA	02 s
7	–0,3000 V	02 s	–03,000 V	02 s	+16,000 mA	02 s
8	–0,6000 V	02 s	–06,000 V	02 s	+12,000 mA	02 s
9	–0,9000 V	02 s	–09,000 V	02 s	+08,000 mA	02 s
10	–1,2000 V	02 s	–12,000 V	02 s	+04,000 mA	02 s
11	–1,5000 V	02 s	–15,000 V	02 s	+00,000 mA	02 s
12	+0,0000 V	00 s	+00,000 V	00 s	+04,000 mA	00 s
13	+0,0000 V	00 s	+00,000 V	00 s	+08,000 mA	00 s
14	+0,0000 V	00 s	+00,000 V	00 s	+12,000 mA	00 s
15	–1,5000 V	00 s	–15,000 V	00 s	+16,000 mA	00 s
16	+0,0000 V	00 s	+00,000 V	00 s	+20,000 mA	00 s

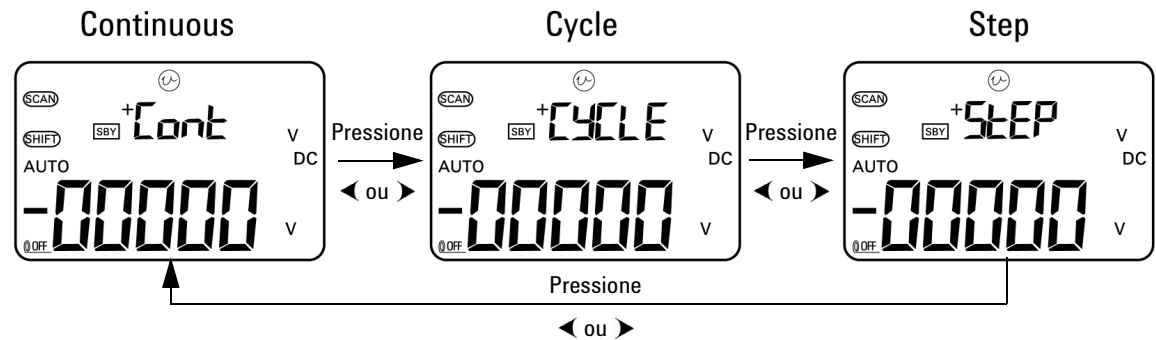



Figura 2-1 Selecionar modo de saída de varredura automática

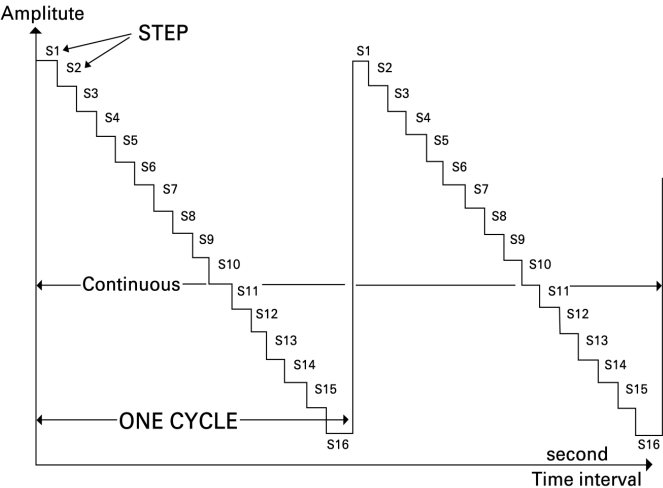



Figura 2-2 Exemplo de uma típica saída de varredura automática

Definição dos parâmetros de varredura automática na memória

Mantenha pressionado **MODE** por mais de um segundo para entrar no modo de ajuste de varredura automática. Estão disponíveis um total de 16 passos com intervalo de tempo e amplitude definíveis individualmente.

Quando o instrumento estiver no modo de ajuste de varredura automática, a exibição secundária mostrará a amplitude. Os dois primeiros dígitos da exibição principal são usados para indicar qual passo está sendo ajustado. Os dois últimos dígitos da exibição principal são usados para indicar o intervalo de tempo.

1 Pressione **MODE** para alternar entre os ajustes de passo, intervalo de tempo e amplitude. O dígito a ser ajustado piscará na exibição.

   - Para ajuste de amplitude, pressione ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado e pressione ▲ e ▼ para ajustar o valor do dígito selecionado. A amplitude pode ser definida com qualquer valor na escala de saída selecionada (±1,5 V ou ±15 V para saída de tensão constante, ±25 mA para saída de corrente constante).
   - Para ajuste de intervalo de tempo, pressione ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado e pressione ▲ e ▼ para ajustar o valor do dígito selecionado. O intervalo de tempo pode ser definido na escala de 0 a 99 segundos.
   - Pressione ▶ por mais de um segundo para redefinir diretamente o intervalo de tempo e a amplitude do passo atual como zero.

2 Pressione **OUTPUT** para salvar as configurações.

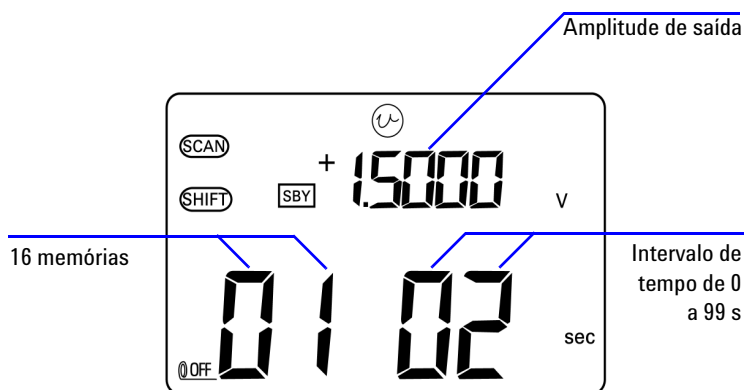



Figura 2-3 Definição de saída de varredura automática

Saída de rampa automática

Para definir a saída de *rampa automática*:

1 Gire a chave rotativa para uma das posições ou .

2 Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador SHIFT surgirá na exibição.

3 Siga uma das instruções abaixo:

- Para saída de tensão, pressione **MODE** para percorrer os modos de saída de ±1,5 V, ±15 V, SCAN ±1,5 V, SCAN ±15 V, ±1,5 V e ±15 V. Selecione um dos dois modos de saída (*rampa automática*), dependendo da escala de tensão necessária.
- Para saída de corrente, pressione **MODE** para percorrer os modos de saída de ±25 mA, SCAN ±25 mA e ±25 mA. Selecione o modo de saída .

Tabela 2-2 Configurações padrão da saída de rampa automática

Modo	±1,5000 V		±15,000 V		±25,000 mA	
Posição	**Amplitude**	**Resolução**	**Amplitude**	**Resolução**	**Amplitude**	**Resolução**
Início	–1,5000 V	015 passos	–15,000 V	015 passos	–25,000 mA	025 passos
Fim	+1,5000 V	015 passos	+15,000 V	015 passos	+25,000 mA	025 passos

4 Depois de selecionar a função necessária, pressione ◀ ou ▶ para selecionar um dos três modos: Contínuo, Cíclico ou Passo. A exibição secundária indicará **Cont** ou **CyCLE**, respectivamente (Figura 2-4 na página 38).

- **Modo contínuo (Cont):** neste modo, o sinal de rampa é repetido continuamente. O sinal será gerado de acordo com as amplitudes e a quantidade de passos definidos na memória, com cada passo levando aproximadamente 0,33 segundo. De acordo com as configurações padrão, por exemplo (Tabela 2-2), o tamanho do passo da inclinação positiva é (amplitude final - amplitude inicial)/quantidade de passos. Logo, o tamanho do passo é de (1,5 V – (–1,5 V))/15 passos = 0,2 V para **±1,5000 V**. O tamanho do passo da inclinação negativa é (amplitude inicial – amplitude final)/quantidade de passos. Logo, o tamanho do passo é de (–1,5 V – 1,5 V)/15 passos = –0,2 V para **±1,5000 V**.
- **Modo circular (CyCLE):** neste modo, apenas um ciclo do sinal de rampa é gerado. O sinal será gerado de acordo com as amplitudes e com a quantidade de passos definidos na memória, com cada passo levando aproximadamente 0,33 segundo, e a amplitude de saída se manterá no valor final do sinal de rampa.

5 Pressione **OUTPUT** para iniciar a saída da fonte. O mostrador OUT surgirá na exibição.

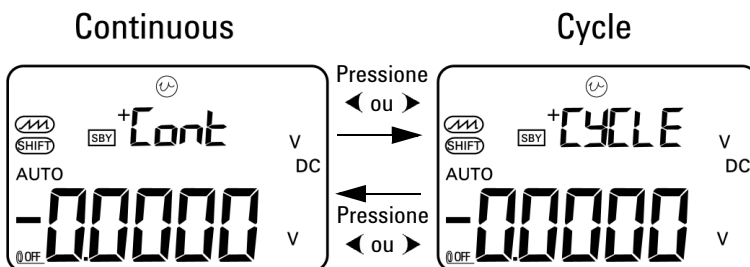



Figura 2-4 Selecionar modo de saída de rampa automática

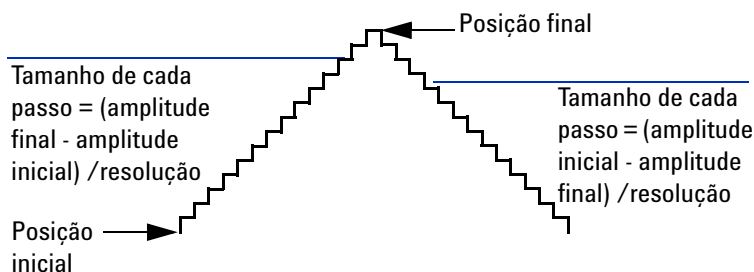



Figura 2-5 Saída da rampa

Definir parâmetros de rampa automática na memória

Mantenha pressionado **MODE** por mais de um segundo para entrar no modo de ajuste de rampa automática. A função de rampa é uma saída de inclinação dupla. É possível ajustar a quantidade de passos entre as posições inicial e final ou entre as posições final e inicial e as amplitudes das posições inicial e final.

Quando o U1401B estiver no modo de ajuste de rampa automática, a exibição secundária mostrará a amplitude da posição inicial ou final. O primeiro dígito à esquerda na exibição principal indica a posição inicial ou final. Os últimos três dígitos da exibição principal indicam a quantidade de passos (a quantidade de passos do início ao fim).

1 Pressione **MODE** para alternar entre posição (inicial ou final), quantidade de passos e ajuste de amplitude. O dígito a ser ajustado piscará na exibição.
   - Para ajuste de amplitude, pressione ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado e pressione ▲ e ▼ para ajustar o valor do dígito selecionado. A amplitude pode ser definida com qualquer valor na escala de saída selecionada (±1,5 V ou ±15 V para saída de tensão constante, ±25 mA para saída de corrente constante).
   - Para ajuste da quantidade de passos, pressione ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado e pressione ▲ e ▼ para ajustar o valor do dígito selecionado. A quantidade de passos pode ser definida em uma escala de 0 a 999 passos.
   - Pressione ▶ por mais de um segundo para redefinir diretamente o intervalo de tempo e a amplitude do passo atual como zero.
2 Pressione **OUTPUT** para salvar as configurações.

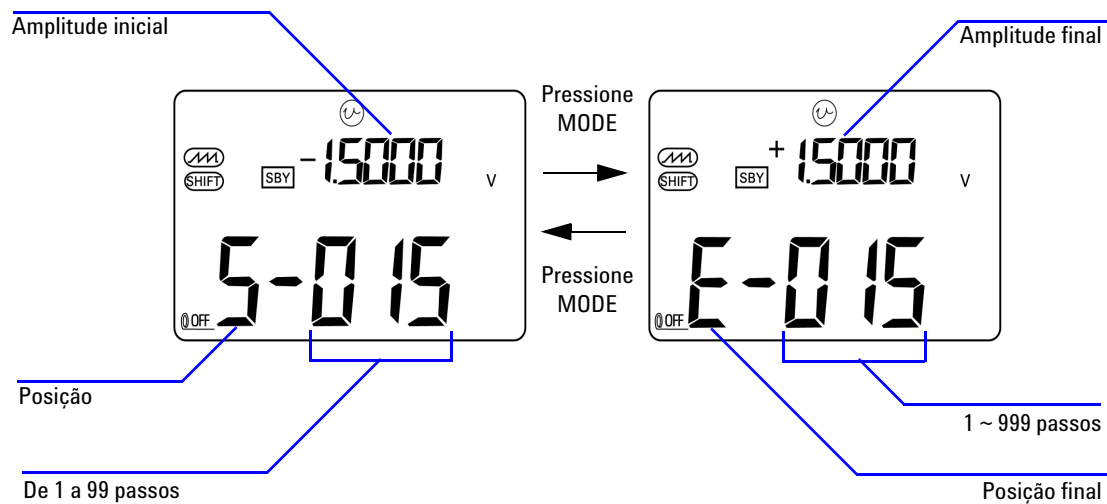



Figura 2-6 Definir saída de rampa automática

Saída de onda quadrada

A saída de onda quadrada do pode ser usada para gerar uma saída em PWM (modulação de largura do pulso) ou oferecer uma fonte de relógio síncrono (gerador de taxa de bauds). Também é possível usá-la para verificar e calibrar exibições de fluxômetros, contadores, tacômetros, osciloscópios, conversores de freqüência, transmissores de freqüência e outros dispositivos de entrada de freqüência.

É possível ajustar freqüência, amplitude, ciclo de serviço e largura de pulso da saída de onda quadrada.

Para selecionar a função de saída de onda quadrada:

1 Coloque a chave rotativa na posição ⎍⎍⎍ .

2 Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador (SHIFT) surgirá na exibição.

   • As configurações padrão dos parâmetros são 150 Hz (freqüência), 50,00% (ciclo de serviço), 3,3333 ms (largura de pulso) e +5 V (amplitude). Consulte a Figura 2-7.

3 Pressione **OUTPUT** para emitir o sinal de onde quadrada.

Tabela 2-3 Freqüências disponíveis

Freqüência (Hz)
0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 240, 300, 400, 480, 600, 800, 1200, 1600, 2400, 4800

Pode-se escolher entre 28 freqüências (consulte Tabela 2-3). Para alterar a freqüência:

1 Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador (SHIFT) surgirá na exibição.

2 Pressione **MODE** para selecionar o ajuste de freqüência. O mostrador (Hz) surgirá na exibição.

3 Selecione a freqüência pressionando ▲ ou ▼ .

4 Pressione **OUTPUT** para emitir o sinal.

O ciclo de serviço pode ter 256 passos iguais, com cada passo equivalendo a 0,390625%, e seu valor pode ser definido de 1 a 255 passos (0,390625% a 99,609375%). No entanto, o valor mais próximo que a exibição pode indicar é de 0,01%.

Para ajustar o ciclo de serviço:

1 Pressione **MODE** para selecionar o ajuste de ciclo de serviço. O mostrador (%) surgirá na exibição.
2 Pressione ▲ ou ▼ para ajustar o ciclo de serviço.

A largura de pulso tem 256 passos iguais, e cada passo equivale a 1/(256 × freqüência). Seu valor pode ser definido de 1 a 255 passos.

Para ajustar a largura de pulso:

1 Pressione **MODE** para selecionar o ajuste de largura de pulso. O mostrador (ms) surgirá na exibição.
2 Pressione ▲ ou ▼ para ajustar a largura de pulso.

A amplitude pode ser definida como +5 V, ±5 V, +12 V ou ±12 V.

Para ajustar a amplitude:

1 Pressione **MODE** para selecionar o ajuste de amplitude. O mostrador **Level** (nível) surgirá na exibição.
2 Pressione ▲ ou ▼ para selecionar a amplitude.

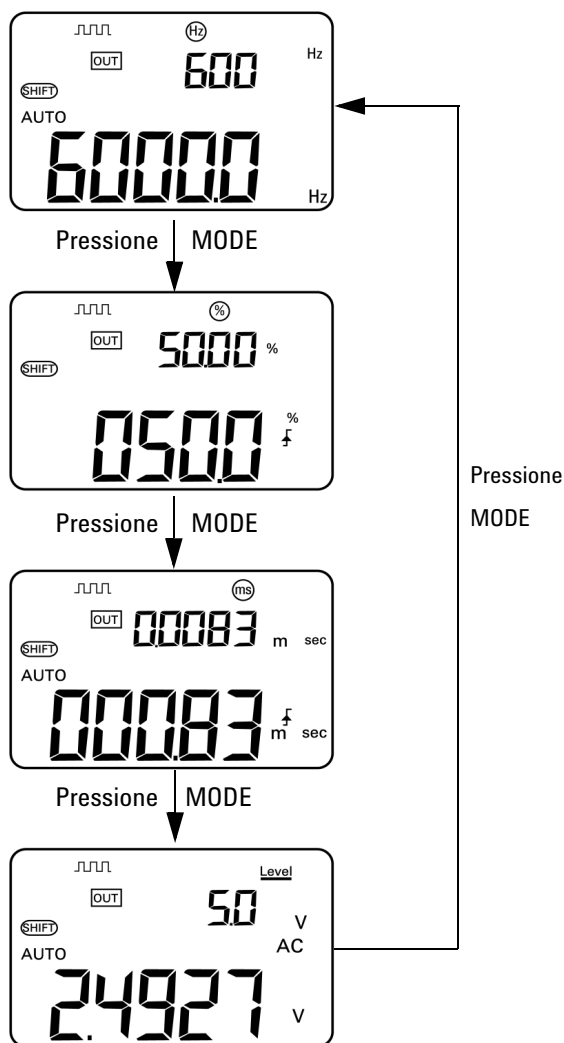



Figura 2-7 Seleção de parâmetros para saída de onda quadrada

3
Fazer as medidas

Este capítulo contém informações detalhadas sobre como realizar medições usando o U1401B.

Medir a tensão

O U1401B realiza medições AC precisas de rms real de ondas quadradas sem qualquer desvio de DC.

AVISO

Verifique se as conexões do terminal estão corretas para uma medição em particular antes de realizar a medição. Para evitar danos ao U1401B, não exceda os limites nominais de entrada.

Medida de tensão DC

1 Gire chave rotativa até ≂V .
2 Pressione (≂ •)))) para selecionar a medição de tensão DC.
3 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente (Figura 3-1 na página 47).
4 Aplique as pontas de prova nos pontos de medida e leia o mostrador.

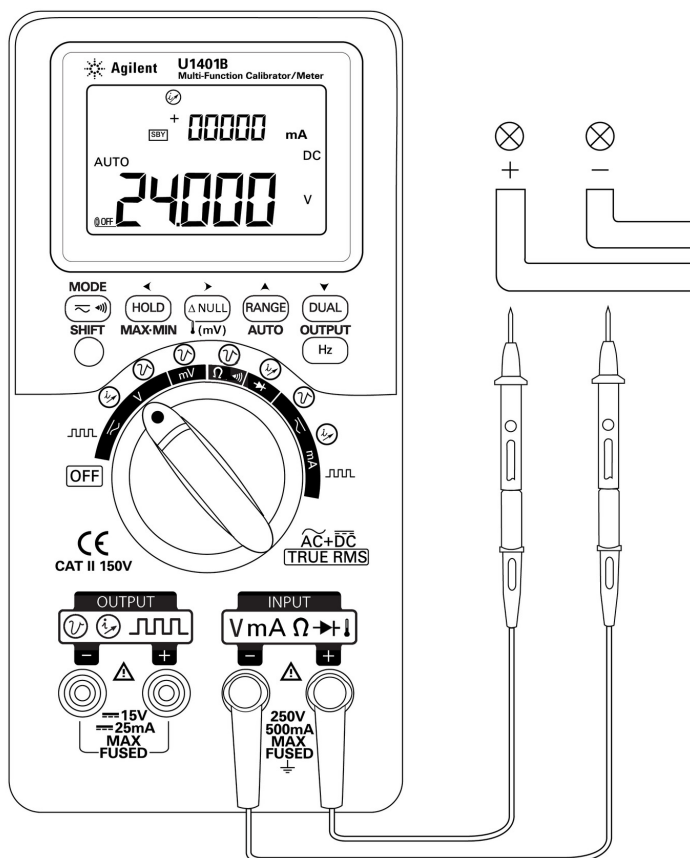



Figura 3-1 Medição de tensão DC

Medida de tensão AC

1 Gire chave rotativa até $\widetilde{\text{V}}$.

2 Pressione (≂ •))) para selecionar a medição de tensão AC.

3 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente (Figura 3-2).

4 Aplique as pontas de prova nos pontos de medida e leia o mostrador.

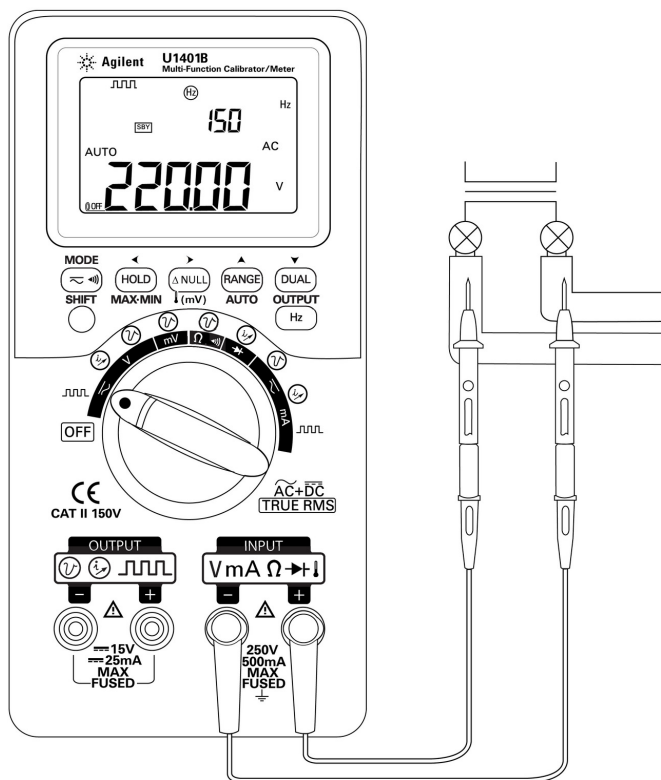



Figura 3-2 Medição de tensão AC

Medir a corrente

Medição de DC mA

1 Gire chave rotativa até ≂ mA .
2 Pressione ≂ para selecionar a medição de corrente DC.
3 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.
4 Conecte as pontas de prova em série com o circuito e leia a exibição (consulte Figura 3-3).

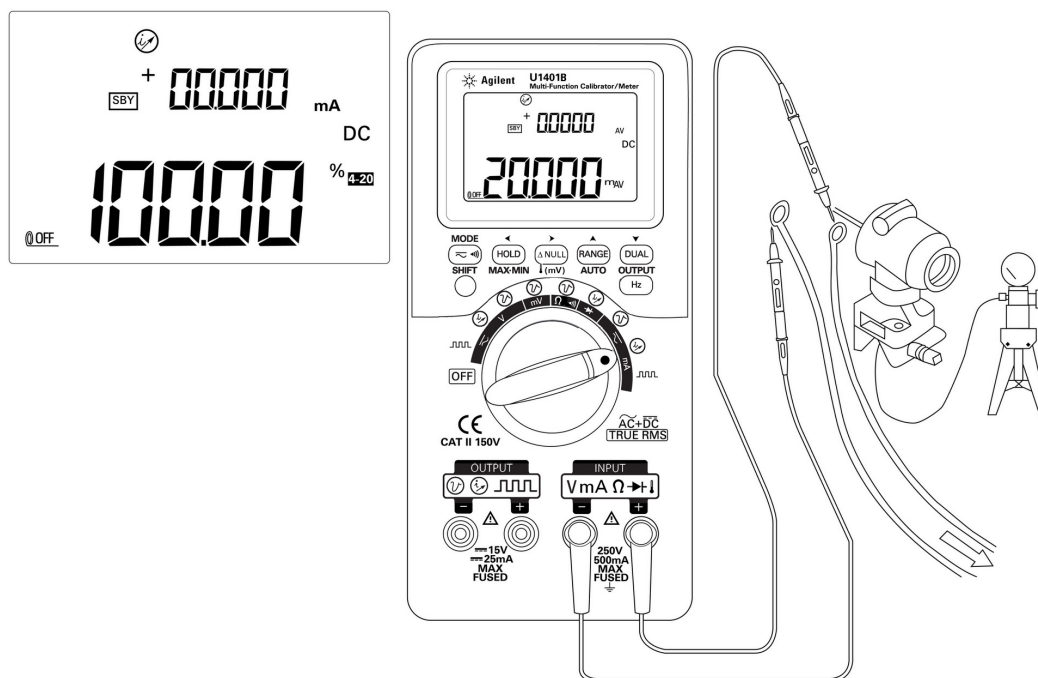



Figura 3-3 Medição de corrente DC (mA)

Escala percentual de medição de DC mA

A escala percentual de 4 mA a 20 mA ou de 0 mA a 20 mA é calculada com base no valor da medição de DC mA.

1 Selecione a escala necessária (4 mA a 20 mA ou 0 mA a 20 mA) no modo de Configuração (consulte Capítulo 4, “Configurar a leitura de escala percentual”).
2 Gire chave rotativa até ≂ mA .
3 Pressione (≂ •)))) para selecionar a exibição da escala percentual para medição de DC mA.
4 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.
5 Conecte as pontas de prova em série com o circuito e leia o mostrador. O mostrador da Figura 3-3 exibe a leitura da escala percentual que representa 20 mA na escala de 4 mA a 20 mA.

Medir a temperatura

CUIDADO Não dobre os fios do termopar em ângulos agudos. Dobrar os fios pode parti-los.

A ponta de prova do termopar do tipo isolador é adequada para medir temperaturas de –40 °C a 204 °C em ambientes compatíveis com PTFE. Acima dessa escala de temperatura, as pontas de prova podem emitir gases tóxicos. Não coloque a ponta de prova do termopar em nenhum líquido. Para obter melhores resultados, use uma ponta de prova de termopar projetada para cada aplicação específica — uma ponta de prova de imersão para líquido ou gel e uma ponta de prova de ar para medições de ar. Observe as seguintes técnicas de medição:

- Limpe a superfície a ser medida e certifique-se de que a ponta de prova esteja tocando a superfície com segurança. Lembre-se de desligar a alimentação aplicada.
- Quando for medir acima da temperatura ambiente, mova o termopar ao longo da superfície até obter a leitura de temperatura mais alta.
- Quando for medir abaixo da temperatura ambiente, mova o termopar ao longo da superfície até obter a leitura de temperatura mais baixa.
- Sempre deixe o interruptor deslizante na posição **M** (apenas operação de medição). Deixe o instrumento no ambiente de operação por pelo menos uma hora quando o instrumento usar um adaptador de transferência sem compensação com ponta de prova térmica em miniatura. Se estiver usando o tipo de termopar no qual os fios térmicos penetram nos terminais banana ou lanterna, será necessário posicionar o instrumento no ambiente de operação por pelo menos 15 minutos.
- Para medições rápidas, use a compensação de 0 °C para observar a variação de temperatura do sensor do termopar. A compensação de 0 °C torna possível medir a temperatura relativa imediatamente.

Para medir a temperatura, siga estas etapas:

1 Posicione a chave rotativa em **M** para desativar a saída.
2 Coloque a chave rotativa na posição ~mV.
3 Mantenha pressionado Δ NULL por mais de um segundo para selecionar a medição de temperatura.
4 Conecte o adaptador do termopar (com a ponta de prova do termopar conectada a ele) nos terminais de entrada positivo e negativo (Figura 3-4 na página 53).
5 Toque a superfície a ser medida com a ponta de prova do termopar.
6 Leia o mostrador.

Se você estiver trabalhando em um ambiente de variação constante, onde a temperatura ambiente não é constante, siga estas etapas:

1 Pressione ~ •))) para selecionar compensação 0 °C. Assim é possível fazer uma rápida medição da temperatura relativa.
2 Evite o contato entre a ponta de prova do termopar e a superfície a ser medida.
3 Depois que uma leitura constante for obtida, pressione Δ NULL para definir a leitura como temperatura de referência relativa.
4 Toque a superfície a ser medida com a ponta de prova do termopar.
5 Leia a exibição da temperatura relativa.

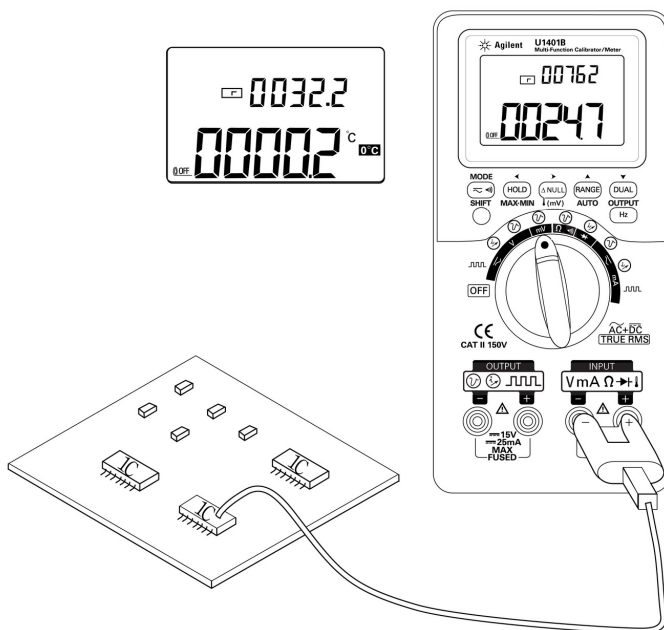



Figura 3-4 Medição de temperatura de superfície

Medir a resistência e testar a continuidade

CUIDADO Desligue a alimentação do circuito e descarregue todos os capacitores de alta tensão antes de medir a resistência para evitar possíveis danos ao instrumento ou ao dispositivo que está sendo testado.

Para medir a resistência, siga estas etapas:

1 Coloque a chave rotativa na posição Ω •))).

2 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.

3 Conecte os fios do resistor (ou derivação) e leia o mostrador.

Para fazer o teste de continuidade, pressione (≂ •))) para ativar ou desativar a função de continuidade audível.

Para a escala de 500 Ω, o instrumento emitirá um som se o valor da resistência cair abaixo de 10 Ω. Para outras escalas, o instrumento emitirá um som se a resistência cair abaixo dos valores típicos indicados na tabela a seguir.

Tabela 3-1 Escalas de medição de continuidade audível

Escala de medição	Limiar de resistência
500,00 Ω	10 Ω
5,0000 kΩ	100 Ω
50,000 kΩ	1 kΩ
500,00 kΩ	10 kΩ
5,0000 MΩ	100 kΩ
50,000 MΩ	1 MΩ

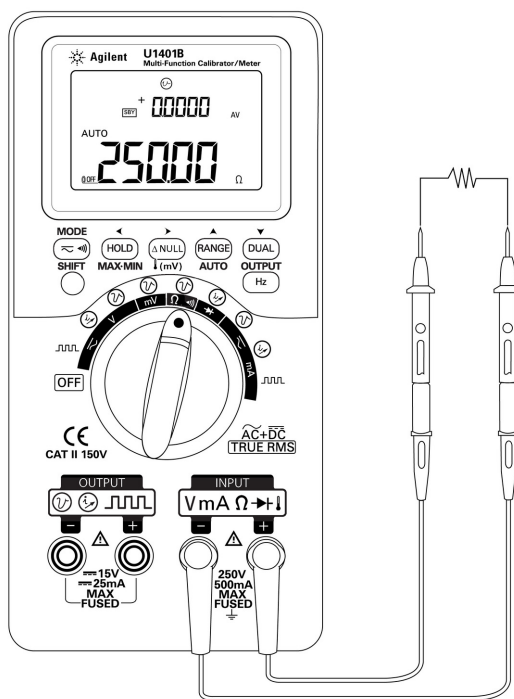



Figura 3-5 Medição da resistência

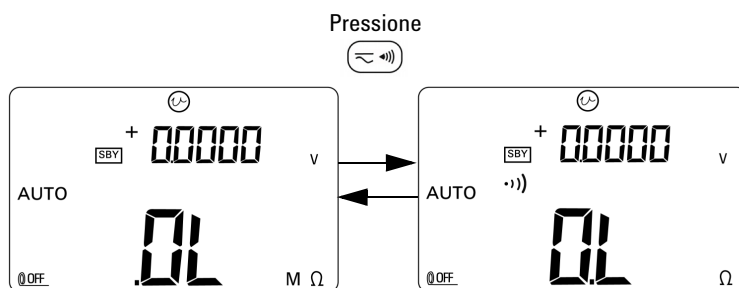



Figura 3-6 Habilitar e desabilitar o teste de continuidade

Alertas e avisos durante a medição

Alerta de sobrecarga para medição de tensão

AVISO

Para sua segurança, não ignore o alerta de sobrecarga. Quando o instrumento der um alerta de sobrecarga, remova imediatamente os fios de teste da fonte que estiver sendo medida.

O instrumento fornece um alerta de sobrecarga para medições de tensão tanto no modo de escala manual quanto no de automática. O instrumento começa a emitir sons periodicamente quando a tensão medida excede 251 V. Remova imediatamente os fios de teste da fonte que está sendo medida.

Operações matemáticas

Gravação dinâmica

O modo de Gravação dinâmica pode ser usado para detectar picos intermitentes de corrente ou de tensão na hora de ligar ou desligar e para verificar o desempenho da medição sem a sua supervisão. Você pode realizar outras tarefas enquanto as leituras são armazenadas.

A leitura média é útil para suavizar entradas instáveis, estimar a porcentagem de tempo em que o circuito é operado e verificar o desempenho do circuito.

O procedimento de operação é descrito a seguir:

1 Pressione **MAX • MIN** por mais de um segundo para entrar no modo de Gravação dinâmica. Agora o instrumento está em modo contínuo (fora do modo de Retenção de dados), e o instrumento exibirá o mostrador **MAX AVG MIN** e a leitura (instantânea) atual.
   - O instrumento calculará e atualizará constantemente o valor médio da medição na memória.
   - Sempre que um novo valor máximo ou mínimo for gravado, o instrumento emitirá um som.
2 Pressione **MAX • MIN** para alternar entre as leituras máxima, mínima, média e atual. Os mostradores **MAX**, **MIN**, **AVG** ou **MAX AVG MIN** surgirão para indicar qual valor está sendo exibido. Consulte a Figura 3-7 na página 59.
   - Enquanto exibe as leituras máxima, mínima ou média, o instrumento continuará a medir ou calcular e atualizar esses valores.
3 Pressione **MAX • MIN** por mais de um segundo para sair do modo de Gravação dinâmica.

NOTA

- Se ocorrer uma condição de sobrecarga, a função de cálculo de média será interrompida. O valor médio gravado se torna **OL** (sobrecarga/overload).
- Na Gravação dinâmica, o recurso de desligamento automático será desabilitado. Isso é indicado pela ausência do mostrador ⓪OFF na exibição.
- Ao se realizar a Gravação dinâmica na escala automática, as leituras máxima, mínima e média podem ser gravadas em escalas diferentes.
- O intervalo de gravação na escala manual é de aproximadamente 0,067 segundos.
- O valor médio é a média real de todos os valores medidos desde a ativação da Gravação dinâmica.

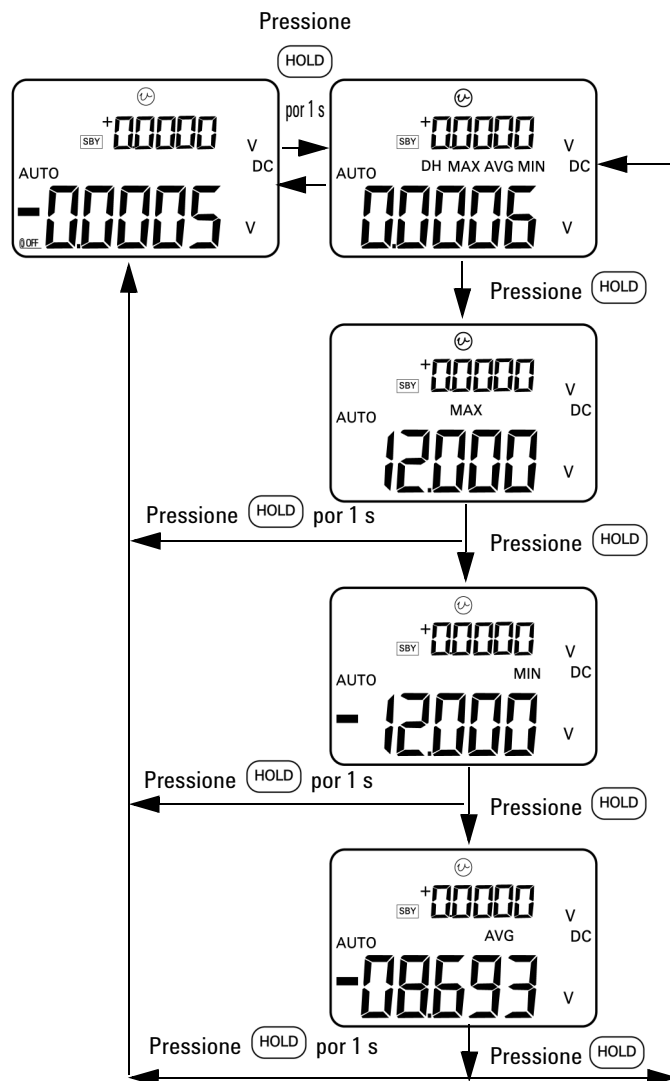



Figura 3-7 Modo de Gravação dinâmica

Relativa (zero)

A função relativa subtrai um valor armazenado do valor medido atual e exibe a diferença.

1 Pressione ∆ NULL para armazenar a medição atual em exibição como valor de referência a ser subtraído das medições subseqüentes. O △ mostrador será exibido.

2 O modo relativo pode ser ativado nas escalas manual e automática, mas não pode ser definido se a leitura atual for de sobrecarga (**OL**).

3 Pressione ∆ NULL para sair do modo relativo.

Há duas aplicações possíveis:

- Na medição de resistência, a exibição indicará um valor diferente de zero mesmo se nenhuma medição estiver em curso, devido à resistência dos fios de teste. Use a função relativa para zerar a leitura.
- Na medição da tensão DC, o efeito térmico influencia na precisão. Use a função relativa para compensar o efeito térmico. Ponha os fios de teste em curto e pressione ∆ NULL quando o valor exibido se estabilizar.

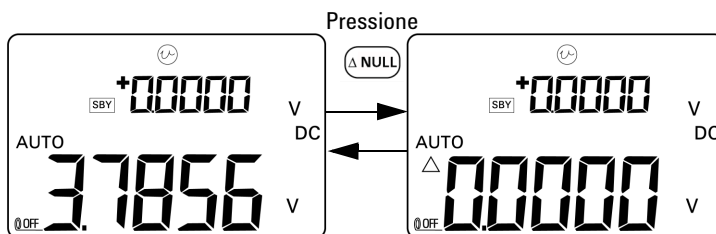



Figura 3-8 Modo relativo (zero)

Operações de disparo

Retenção de dados (disparo manual)

O modo de Retenção de dados permite reter o valor exibido.

1 Pressione HOLD para congelar o valor exibido no momento e para entrar no modo de disparo manual. O mostrador **DH** surgirá na exibição.

2 Pressione a tecla novamente para disparar outro valor medido novo e atualizar a exibição. O mostrador **DH** piscará momentaneamente antes da nova atualização.

3 Pressione HOLD por mais de um segundo para sair desse modo.

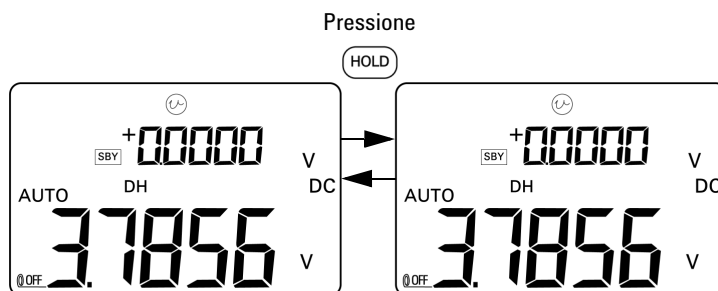



Figura 3-9 Modo de Retenção de dados

Atualização de retenção (disparo automático)

O modo de atualização de retenção congela o valor exibido até que a variação na leitura exceda o número de contagens especificado.

A função dispara automaticamente e atualiza o valor retido com um novo valor medido. Quando um novo valor é atualizado, o instrumento emite um único som como notificação. A operação do teclado é semelhante à operação do modo de Retenção de dados.

1 Verifique se o modo de Atualização de retenção está habilitado no modo de configuração.
2 Pressione (HOLD) para entrar no modo de Atualização de retenção.
   - O valor atual será mantido e o mostrador **DH** aparecerá na exibição.
   - Ele estará pronto para armazenar o novo valor medido assim que a variação das leituras instantâneas exceder a contagem de variação atual (definida no modo de configuração); enquanto aguarda por uma nova leitura estável, o mostrador **DH** piscará.
   - O mostrador **DH** pára de piscar assim que uma nova leitura estável estiver disponível; esse novo valor é atualizado na exibição. O instrumento emitirá um único som como notificação.
3 Pressione (HOLD) para sair desse modo.

Para medições de tensão e de corrente, o valor de retenção não será atualizado se a variação da leitura ficar abaixo de 500 contagens. Para medições de resistência e de diodo, o valor de retenção não será atualizado se a leitura ficar em "**OL**" ou aberta. Em todas as medições, o valor retido não será atualizado se a leitura não alcançar um estado estável.

Retenção de pico de 1 ms

Essa função permite a medição da tensão de pico para a análise de componentes como transformadores de distribuição de energia e capacitores com correção do fator de potência. A tensão de pico obtida pode ser usada para determinar o fator de crista.

Fator de crista = valor de pico/valor rms real

Para medir a tensão de pico de meio-ciclo:

1 Pressione [≂ •))] por mais de um segundo para ligar/desligar o modo de Retenção de pico de 1 ms.
2 Pressione [HOLD] para exibir o valor de pico+ ou de pico- após ativar o modo de pico. O mostrador **DH MAX** indica o valor de pico+ e o mostrador **DH MIN** indica o valor de pico-. Consulte a Figura 3-10 na página 64.
3 Se a leitura for **OL**, pressione [RANGE] para mudar a escala de medição e reiniciar a medição de valor de pico.
4 Com o modo de Retenção de pico ativado, pressione [DUAL] a qualquer momento para reiniciar a medição de valor de pico.

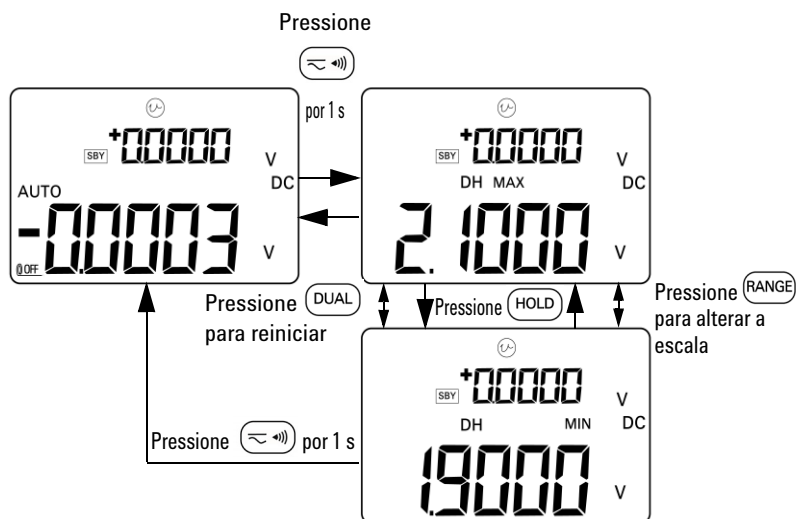



Figura 3-10 Modo de Retenção de pico de 1 ms

4
Alterar as configurações-padrão

Este capítulo descreve como alterar as configurações padrão do U1401B.

Entrar no modo de configuração

Para entrar no modo de configuração, siga estas etapas:

1 Desligue o instrumento.

2 Da posição OFF, gire a chave rotativa para qualquer outra posição enquanto mantém pressionado .

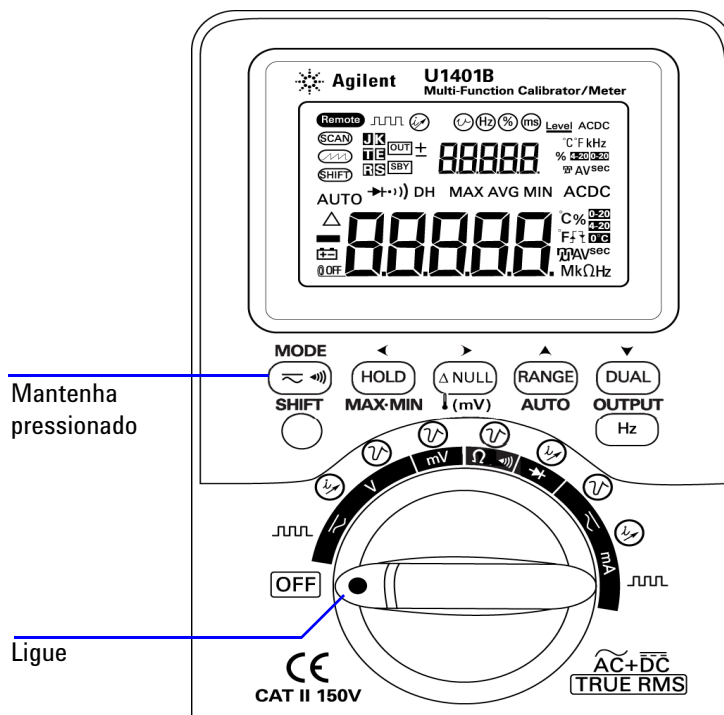



Figura 4-1 Entrar no modo de configuração

3 Para configurar um item de menu no modo de configuração, faça o seguinte:

i Pressione ◀ ou ▶ para acessar os itens de menu disponíveis.

ii Pressione ▲ ou ▼ para alterar ou selecionar as configurações. Consulte Tabela 4-1 na página 68 para detalhes sobre as opções disponíveis.

iii Pressione Hz para salvar as alterações. Esses parâmetros permanecem na memória não-volátil.

4 Pressione **SHIFT** por mais de um segundo para sair do modo de configuração.

Opções de configuração disponíveis

Tabela 4-1 Opções de configuração e configurações padrão

<table>
<tr><th colspan="2">Item de menu</th><th colspan="2">Opções de configuração disponíveis</th><th>Configuração padrão de fábrica</th></tr>
<tr><th>Visor</th><th>Descrição</th><th>Visor</th><th>Descrição</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="2">rhoLd</td><td rowspan="2">Configuração da Retenção de dados/Atualizaçã o de retenção</td><td>OFF</td><td>Ativa a Retenção de dados (disparo manual)</td><td rowspan="2">OFF</td></tr>
<tr><td>100–1000</td><td>Define a contagem de variação da Atualização de retenção (disparo automático)</td></tr>
<tr><td>tEMP</td><td>Temperatura[1]</td><td>• d-C
• d-CF
• d-F
• d-FC</td><td>Seleciona a unidade de temperatura
Quatro combinações podem ser selecionadas:
• Apenas °C
• °C/ °F
• Apenas °F
• °F/ °C</td><td>d-C</td></tr>
<tr><td rowspan="2">bEEP</td><td rowspan="2">Beep (sinal sonoro)</td><td>4.800 Hz,
2.400 Hz,
1.200 Hz,
600 Hz</td><td>Defina a freqüência do sinal sonoro</td><td rowspan="2">4.800 Hz</td></tr>
<tr><td>OFF</td><td>Desabilita o sinal sonoro</td></tr>
<tr><td>FrEq</td><td>Medição de freqüência mínima</td><td>0,5 Hz, 1 Hz, 2 Hz</td><td>Define a freqüência mínima que pode ser medida</td><td>0,5 Hz</td></tr>
<tr><td>PECnt</td><td>Escala percentual</td><td>4–20 mA
0–20 mA</td><td>Seleciona a leitura da escala % a ser usada</td><td>4–20 mA</td></tr>
<tr><td>Print</td><td>Print</td><td>On ou OFF</td><td>ON: ativa a transmissão automática e contínua de dados para o PC</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td>Echo</td><td>Echo</td><td>On ou OFF</td><td>ON: ativa o retorno de caracteres para o computador na comunicação remota.</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td>dAtAb</td><td>Bits de dados</td><td>8 bits ou 7 bits (o bit de parada é sempre 1 bit)</td><td>Define o tamanho do bit de dados para comunicação remota com um PC (controle remoto)</td><td>8bit</td></tr>
</table>

Tabela 4-1 Opções de configuração e configurações padrão (continuação)

Item de menu		Opções de configuração disponíveis		Configuração padrão de fábrica
Visor	**Descrição**	**Visor**	**Descrição**	
PArtY	Paridade	En, odd ou nonE	Define a verificação de paridade como par, ímpar ou nenhuma para comunicação remota com um PC (controle remoto)	nonE
bAud	Taxa de baud	2.400 Hz, 4.800 Hz, 9.600 Hz, 19.200 Hz	Define a taxa de Bauds para comunicação remota com um computador (controle remoto)	9.600 Hz
bLit	Exibe o contador de tempo da luz de fundo	1 a 99 s	Define o tempo para desligamento automático da luz de fundo da exibição de LCD	30 s
		OFF	Desabilita o desligamento automático da luz de fundo da exibição de LCD	
AoFF	Desligamento automático	1 a 99 min	Define o contador de tempo para desligamento automático	15 min
		OFF	Desativa o desligamento automático	

[1] O item de menu de temperatura só poderá ser visto e selecionado se o modo SHIFT estiver ativo. Pressione **SHIFT** por mais de um segundo para ativar as opções de temperatura.

Configurar o modo de Retenção de dados/Atualização de retenção

- Para ativar o modo de Retenção de dados (disparo manual), defina esse parâmetro como "OFF".
- Para ativar o modo de Atualização de retenção (disparo automático), defina a contagem de variação na escala de 100 a 1000. Quando a variação do valor medido exceder essa contagem de variação pré-definida, o modo de Atualização de retenção estará pronto para disparar e atualizar um novo valor.

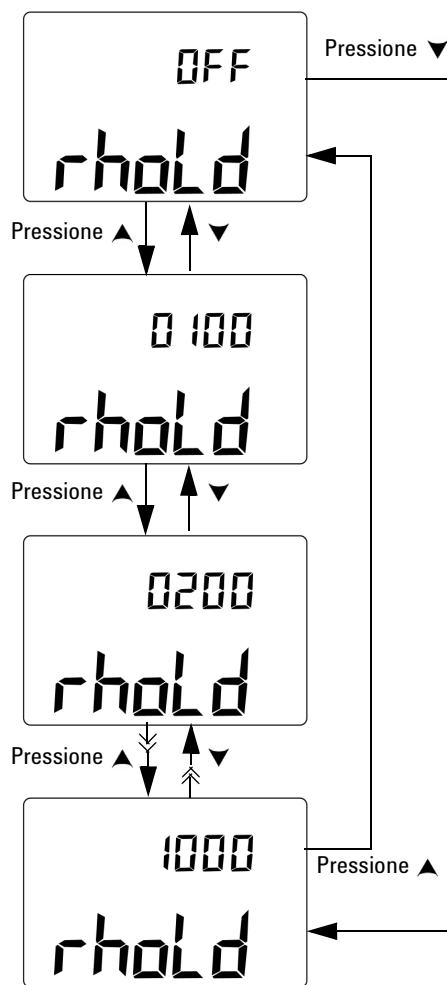



Figura 4-2 Configurar o modo de Retenção de dados ou de Atualização de retenção

Configurar a unidade de temperatura

Quatro combinações de exibição de unidades de temperatura estão disponíveis:

- Apenas Celsius (°C na exibição principal)
- Celsius (°C) na exibição principal e Fahrenheit (°F) na secundária (em configuração de exibição dupla).
- Apenas Fahrenheit (°F na exibição principal)
- Fahrenheit (°F) na exibição principal e Celsius (°C) na secundária (em configuração de exibição dupla).

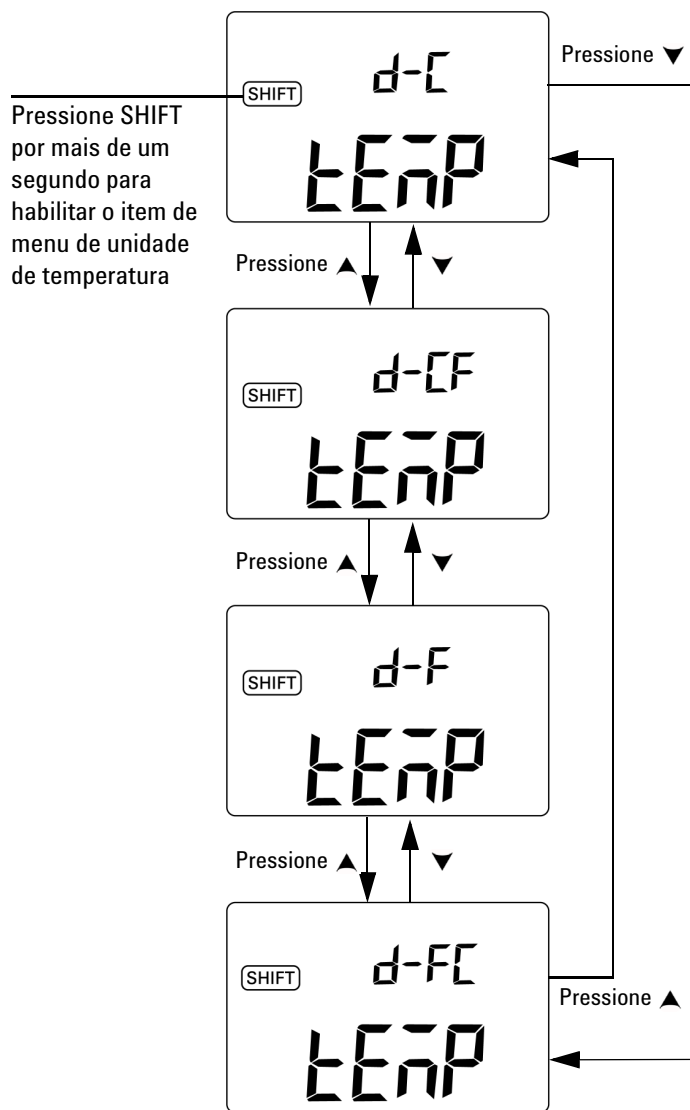



Figura 4-3 Configurar a unidade de temperatura

Configurar a freqüência do sinal sonoro

A freqüência do sinal sonoro pode ser definida como 4.800 Hz, 2.400 Hz, 1.200 Hz ou 600 Hz. "OFF" significa que o sinal sonoro foi desativado.

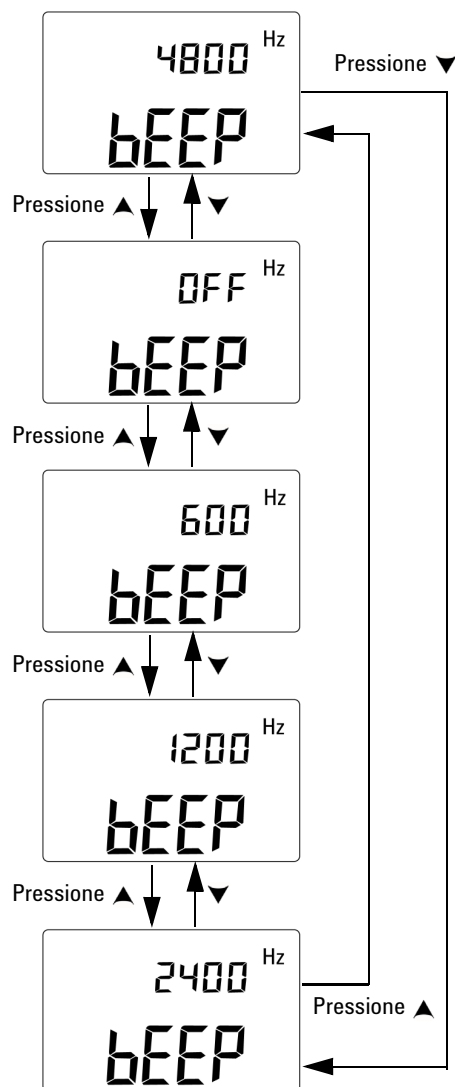



Figura 4-4 Configurar a freqüência do sinal sonoro

Configurar a freqüência mínima mensurável

Essa configuração influencia as taxas de medição de freqüência, ciclo de serviço e largura de pulso. A taxa de medição típica conforme definida na especificação geral se baseia em uma freqüência mínima de 1 Hz.

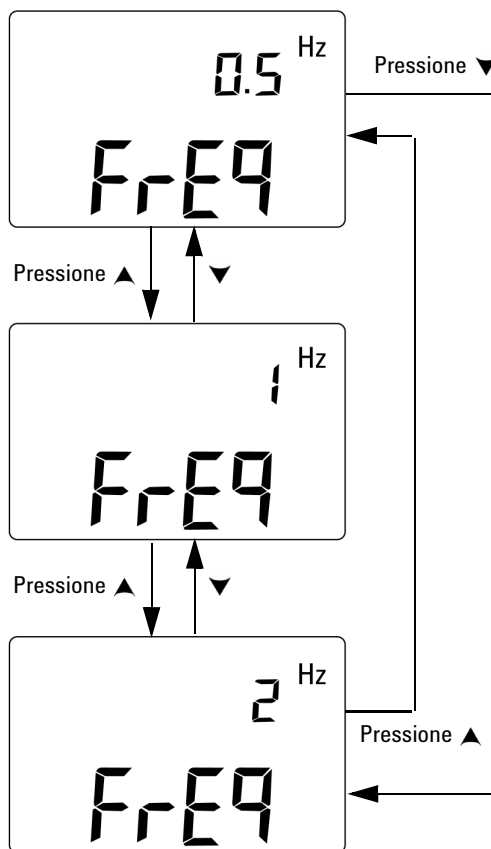



Figura 4-5 Configurar a freqüência mínima

Configurar a leitura de escala percentual

Essa função converte a medição de corrente DC exibida em uma leitura de escala percentual de 0% a 100% baseada em uma escala de 4 mA a 20 mA ou de 0 mA a 20 mA. Por exemplo, uma leitura de 25% representa DC de 8 mA na escala de 4 mA a 20 mA, ou DC de 5 mA na escala de 0 mA a 20 mA.

É possível escolher entre as duas escalas disponíveis.

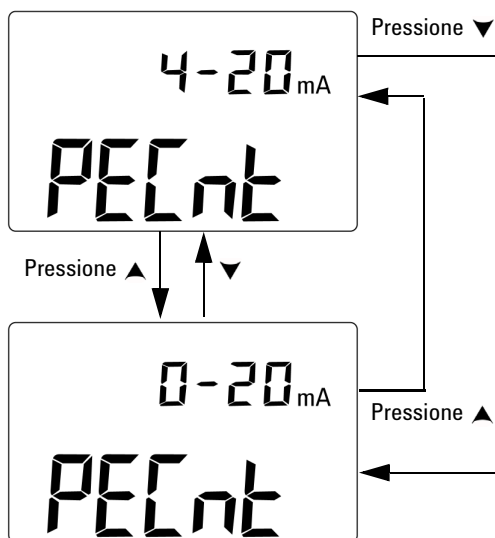



Figura 4-6 Configurar a leitura de escala percentual

Configurar o modo de impressão

Definir esse recurso como *on* ativa a impressão dos dados medidos para um PC (conectado ao instrumento por comunicação remota) quando um ciclo de medição estiver concluído.

Nesse modo, o instrumento envia os últimos dados ao host de maneira contínua e automática, mas não aceita comandos do host. O Remote mostrador pisca durante a impressão.

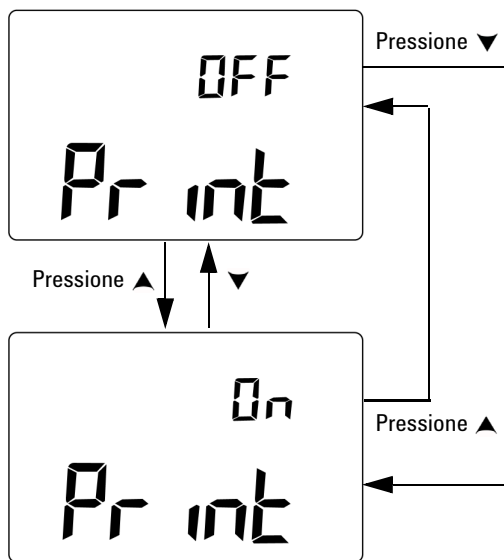



Figura 4-7 Configurar o modo de impressão para controle remoto

Configurar o modo de eco

Definir esse recurso como *on* ativa o retorno dos caracteres para um PC em comunicação remota, o que é útil ao desenvolver programas para o PC com comandos SCPI.

NOTA

- Esse modo é para uso interno exclusivo da Keysight Technologies.
- Durante a operação normal, recomenda-se desabilitar essa função.

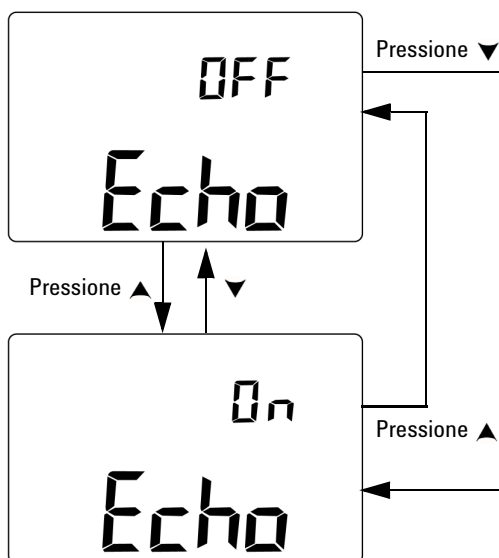



Figura 4-8 Configurar o modo de eco para controle remoto

Configurar o bit de dados

O número de bits de dados (largura de dados) para comunicação remota com um PC pode ser definido em 8 ou 7 bits. Há apenas um bit de parada, que não pode ser alterado.

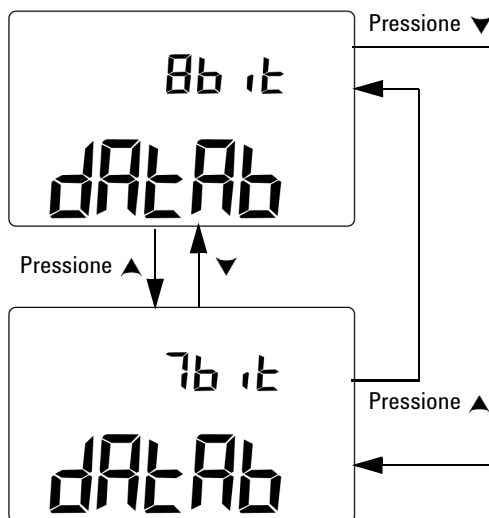



Figura 4-9 Configurar o bit de dados para controle remoto

Configurar a verificação de paridade

A verificação de paridade para comunicação remota com um PC pode ser definida como none (nenhuma), even (par) ou odd (ímpar).

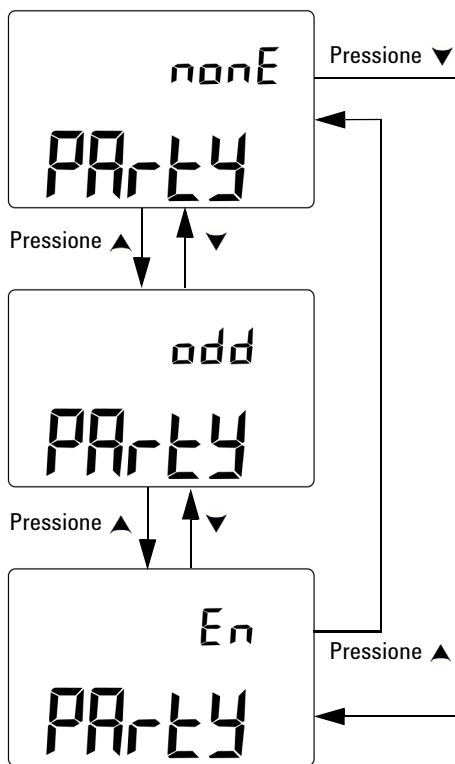



Figura 4-10 Configurar a verificação de paridade para controle remoto

Configurar a taxa de bauds

A taxa de bauds usada na comunicação remota com um PC pode ser definida como 2.400, 4.800, 9.600 ou 19.200 Hz.

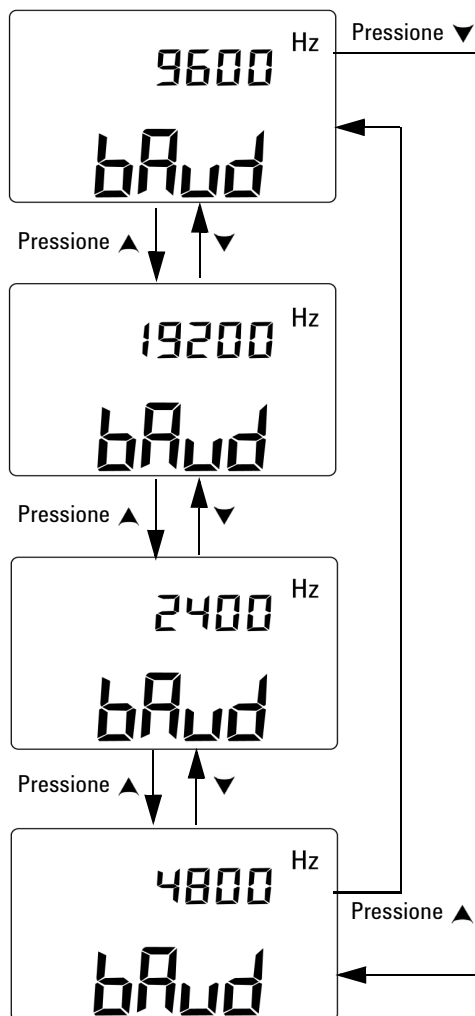



Figura 4-11 Configurar a taxa de bauds para controle remoto

Configurar contador de tempo da luz de fundo da exibição

O contador de tempo da luz de fundo pode ser definido de 1 a 99 segundos. A luz de fundo é automaticamente apagada depois desse período estabelecido.

"OFF" significa que a luz de fundo não se apagará automaticamente.

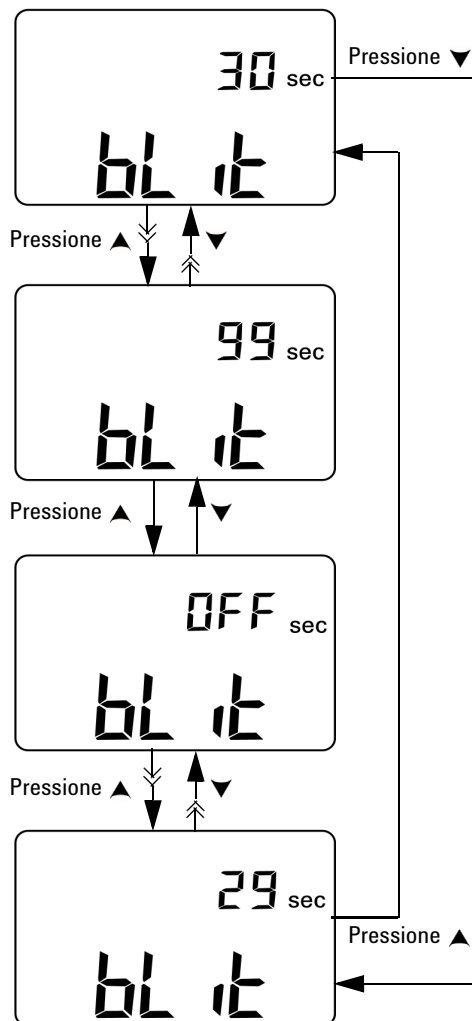



Figura 4-12 Configurar contador de tempo da luz de fundo da exibição

Configurar o modo de economia de energia

Para ativar o desligamento automático, defina qualquer valor de 1 a 99 minutos para o contador de tempo.

Esse é um recurso incorporado para economia de energia. O instrumento desligará automaticamente após o período de tempo especificado, se nenhuma das ações seguintes ocorrer nesse intervalo:

- Uma tecla do teclado for pressionada
- Uma função de medição for alterada
- O modo de Gravação dinâmica for ativado
- O modo de Retenção de pico de 1ms for ativado
- O recurso de desligamento automático tiver sido desativado no modo de configuração
- A saída tiver sido ativada (o mostrador OUT é exibido)

Para reativar o instrumento após o desligamento automático, gire a chave rotativa para a posição OFF e torne a girá-la.

Se for utilizar o instrumento por um período de tempo longo, você pode preferir desativar o recurso de desligamento automático. Quando o recurso de desligamento automático é desativado, o mostrador OFF não aparece na exibição. O instrumento permanecerá ligado até que você gire manualmente a chave rotativa para a posição OFF ou até que as pilhas se esgotem.

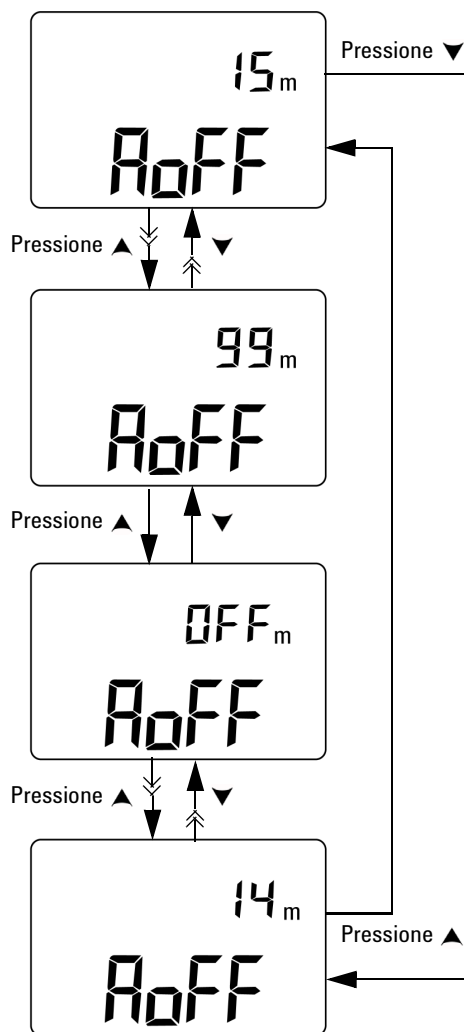



Figura 4-13 Configurar o modo de desligamento automático

5
Exemplos de aplicação

Este capítulo descreve alguns exemplos de aplicação do U1401B.

Modo de fonte para saída de mA

Este instrumento oferece saída de corrente constante, em passos e em rampa para teste de loops de corrente de 0 mA a 20 mA e 4 mA a 20 mA.

O modo de fonte pode ser usado para fornecer corrente a um circuito passivo como um loop de corrente sem um loop de fornecimento.

1 Coloque a chave rotativa na posição ≂ **mA** / ⓘ.
2 Conecte os plugues banana vermelho e preto das garras jacaré nos terminais de saída positivo (+) e negativo (-) respectivamente.
3 Conecte os fios jacaré vermelho e preto ao loop de corrente. Verifique se a polaridade está correta.
4 Pressione **SHIFT** para acessar as operações com SHIFT do teclado. O mostrador SHIFT surgirá na exibição.
5 Defina o nível de saída em +08,000 mA para obter uma leitura de escala de 25% para 4 mA a 20 mA.
6 Pressione **OUTPUT** para iniciar a saída da fonte. O mostrador OUT surgirá na exibição.

A varredura automática pode ser usada para testar o loop com níveis variados de saída de corrente. Consulte o Capítulo 2, “Saída de varredura automática,” na página 31 para mais informações sobre os valores padrão de memória.

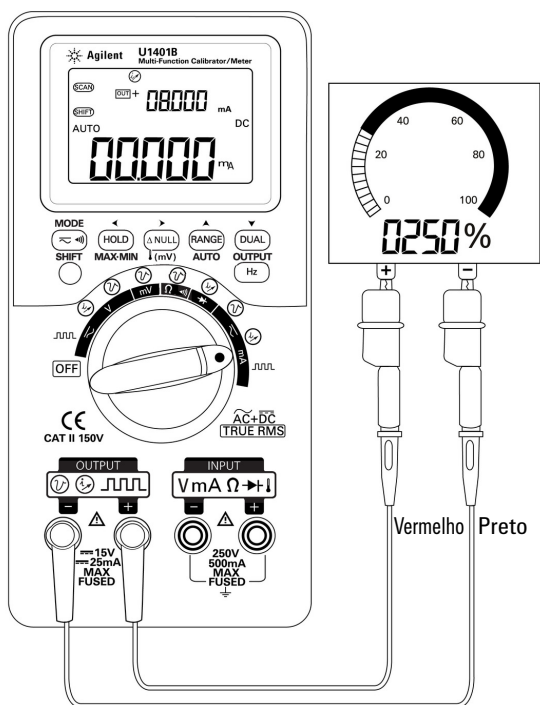



Figura 5-1 Testar um loop de corrente de 4 mA a 20 mA com o modo de fonte

Modo de simulação para saída de mA

CUIDADO

Use sempre o fio de teste amarelo especial fornecido para realizar simulação de mA.

Desconecte o fio de teste do loop de corrente antes de girar a chave rotativa para alterar a função ou desligar o instrumento. Se isso não for feito, o resultado será uma corrente de pelo menos 16 mA no loop conectado à carga de 250 Ω.

Em modo de simulação, o instrumento simula um transmissor de loop de corrente. Use o modo de simulação quando um fornecimento externo de DC 24 V ou 12 V estiver em série com o loop de corrente que está sendo testado. Use sempre o fio de teste amarelo especial. Siga o procedimento a seguir ao realizar uma simulação de saída de mA.

1 Gire a chave rotativa para uma das posições **≂ mA** / ⓘ ou **≂ V** / ⓘ .
2 Conecte o fio de teste amarelo especial entre o terminal de saída positivo do instrumento e o terminal positivo do dispositivo de medição no loop de corrente. Consulte a Figura 5-2 na página 89.
3 Conecte o fio jacaré preto entre o terminal **COM** da fonte de loop e o terminal negativo do dispositivo de medição no loop de corrente.
4 Conecte o fio jacaré vermelho entre o terminal de saída negativo do instrumento e o terminal positivo da fonte de loop de corrente. Verifique se a polaridade está correta.
5 Defina o nível de corrente do calibrador entre 0 mA e 20 mA. Não defina um valor de saída de corrente negativo.
6 Pressione **OUTPUT** para emitir a corrente de teste.

Essa conexão pode ser usada para qualquer tensão de loop de 12 V a 30 V.

CUIDADO Não aplique uma tensão externa que exceda 30 V aos terminais de saída do instrumento.

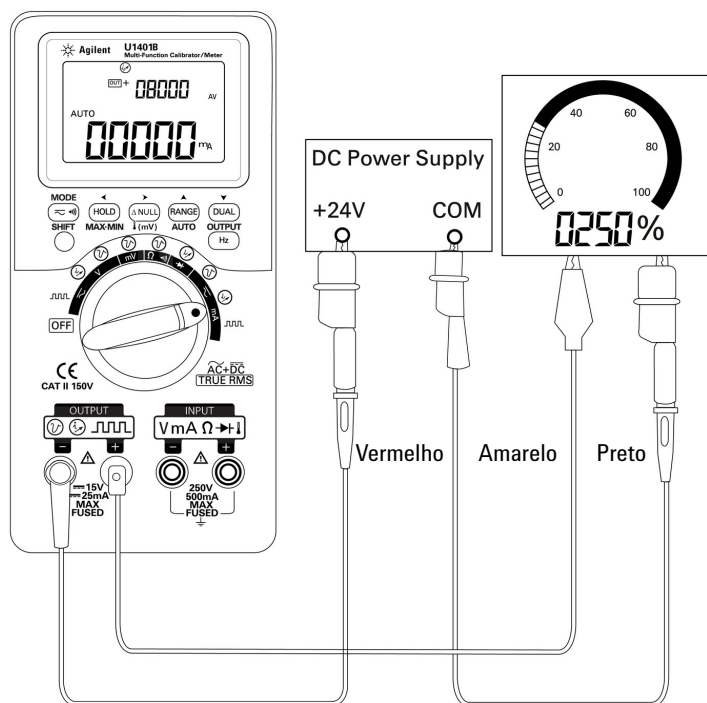



Figura 5-2 Simulação de saída de mA

Simular um transmissor bifilar em um loop de corrente

O fio de teste amarelo especial que acompanha o U1401B também pode ser usado para simular um transmissor bifilar. Esse fio é usado no lugar do fio vermelho (que é usado na maioria das outras aplicações). Ele protege o instrumento contra altas tensões dos loops, e tem a vantagem de usar os mesmos dois terminais de saída para todas as aplicações.

1 Gire a chave rotativa para uma das posições ≂ mA / ⓘ ou ≂ V / ⓘ .
2 Conecte o fio de teste amarelo especial entre o terminal de saída positivo do instrumento e o terminal de entrada do dispositivo de medição no loop de corrente. Consulte a Figura 5-3 na página 91.
3 Conecte o fio jacaré preto entre o terminal de saída negativo do instrumento e a fonte de excitação do loop de corrente. Verifique se a polaridade está correta.
4 Defina o nível de corrente entre 0 mA e 20 mA. Não defina um valor de saída de corrente negativo.
5 Pressione **OUTPUT** para emitir a corrente de teste.

Essa conexão pode ser usada para qualquer tensão de loop de 12 V a 30 V.

CUIDADO Não aplique uma tensão externa que exceda 30 V aos terminais de saída do instrumento.

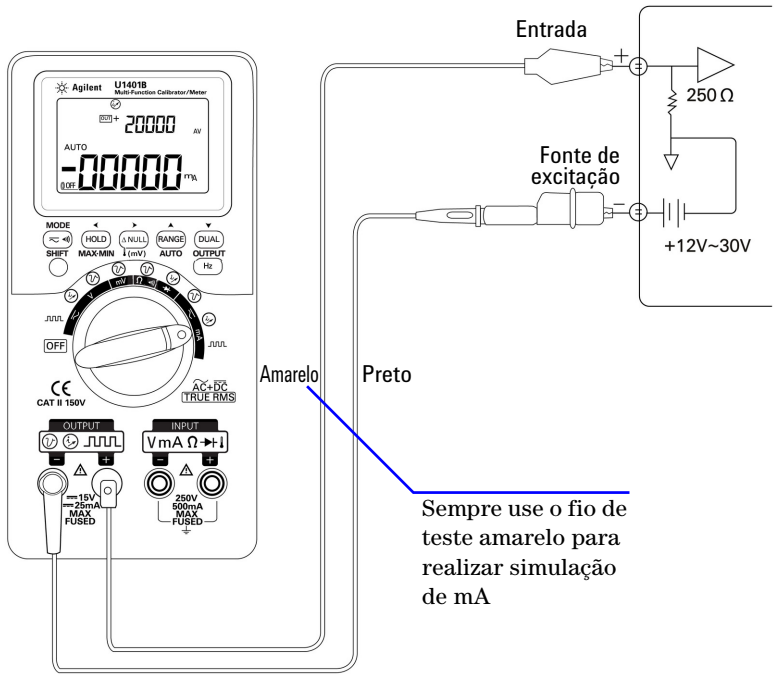



Figura 5-3 Usar o fio de teste amarelo para realizar a simulação de transmissor bifilar

Medir um transdutor de pressão

Para medir um transdutor de pressão, siga estas etapas:

1 Gire a chave rotativa até ∼mV.

2 Conecte as pontas de prova vermelha e preta aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.

3 Aplique as pontas de prova nos pontos de teste (Figura 5-4 na página 93) e leia a exibição.

Tabela 5-1 Escalas de pressão e tensões de saída típicas de transdutores de pressão de saída milivolt

Escala de pressão	Tensão máxima de saída
0 PSIG a 5 PSIG	50 mV
0 PSIG a 15 PSIG	100 mV
0 PSIG a 30 PSIG	80 mV
0 PSIG a 60 PSIG	60 mV
0 PSIG a 100 PSIG	100 mV
0 PSIG a 150 PSIG	60 mV

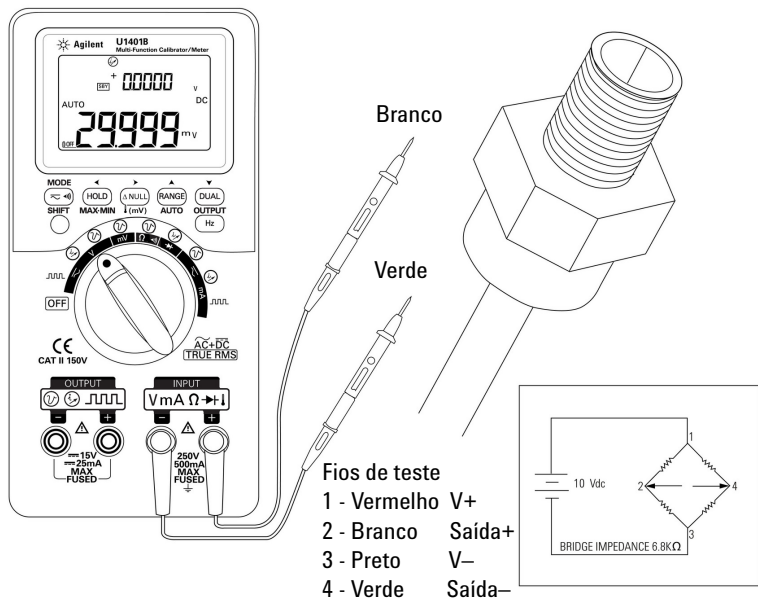



Figura 5-4 Medição de transdutor de pressão

Teste de diodo zener

CUIDADO Para evitar danos ao instrumento, desconecte a alimentação do circuito e descarregue todos os capacitores de alta tensão antes de testar os diodos.

Para realizar o teste de diodo zener:

1 Coloque a chave rotativa na posição ≂V / .
2 Conecte o fio jacaré vermelho entre o terminal de saída positivo e o lado positivo (ânodo) do diodo zener. Consulte a Figura 5-5 na página 95.
3 Conecte o fio jacaré preto entre o terminal de saída negativo e o lado negativo (cátodo) do diodo zener.
4 Conecte as pontas de prova vermelha e preta aos terminais de entrada.
5 Emita uma corrente constante de +1 mA e meça a tensão direta do diodo zener.
6 Emita uma corrente constante de –1 mA e meça a tensão de ruptura do diodo zener.

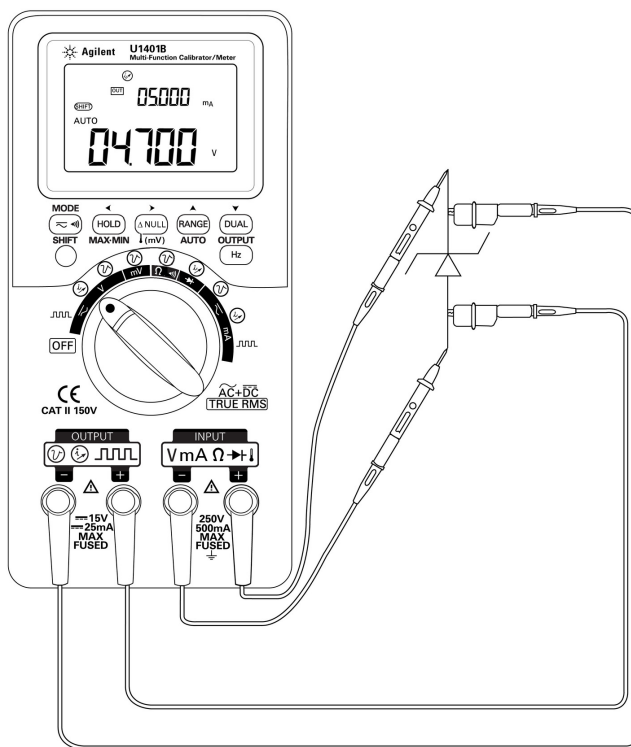



Figura 5-5 Teste de diodo de zener

Teste de diodo

Um bom diodo sempre permite que a corrente siga apenas em uma direção.

Para testar um diodo, desligue a alimentação do circuito, remove o diodo do circuito e faça o seguinte:

1 Coloque a chave rotativa na posição ⏵| / (i↗) .
2 Conecte as pontas de prova vermelha e preta aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.
3 Aplique as pontas de prova no lado positivo (ânodo) do diodo com o fio vermelho e no lado negativo (cátodo) com o fio preto.

NOTA O cátodo de um diodo é o lado indicado por uma ou mais faixas.

4 Inverta as pontas de prova e meça de novo a tensão que cruza o diodo.
5 Se o diodo estiver:
   - Bom: na etapa 3, uma queda de tensão direta tipicamente de 0,3 V a 0,8 V é indicada (o instrumento pode exibir quedas de tensão do diodo de até aproximadamente 2,1 V), acompanhada de um sinal sonoro. Na etapa 4, **OL** é indicado.
   - Em curto: uma queda de tensão de quase 0 V é indicada em ambas as direções, e o instrumento emite sons continuamente.
   - Aberto: **OL** é indicado em ambas as direções.

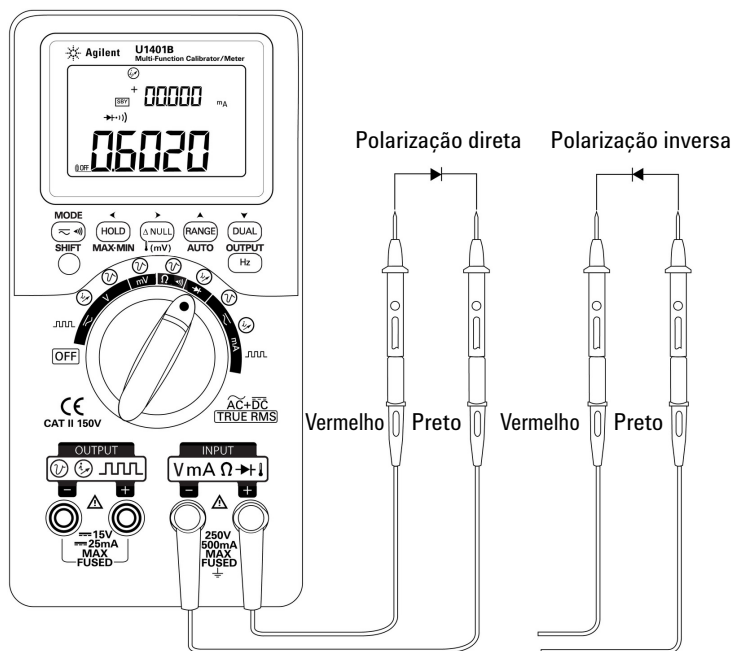



Figura 5-6 Teste de diodo

Teste de transistor de junção bipolar (TJB)

Um TJB geralmente possui três terminais, chamados de emissor (E), base (B) e coletor (C). Há dois tipos de TJB, dependendo da polaridade: os tipos PNP e NPN. É recomendável obter a folha de dados específica com os fabricantes. O U1401B também pode ser usado para identificar a polaridade e os terminais de um TJB, com os procedimentos a seguir:

1 Coloque a chave rotativa na posição ⇥.

2 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente. O terminal positivo fornecerá uma tensão de teste positiva.

3 Neste exemplo, usaremos um TJB com encapsulamento TO-92, como na Figura 5-7.

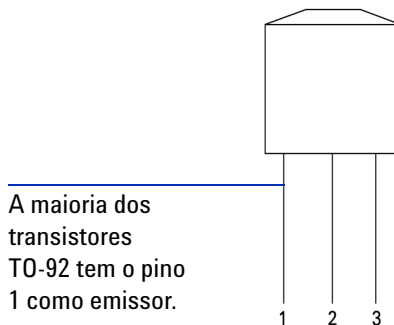



Figura 5-7 Transistor TO-92

4 Aplique o fio de teste vermelho no pino 1 e o fio de teste preto no pino 2. Se o valor medido for **OL**, inverta as provas. Se o valor medido ainda for **OL**, você pode assumir que os dois pinos sejam os terminais emissor e coletor. O pino 3 restante é o terminal base. Sempre descubra primeiro qual pino é o terminal base. Consulte a Tabela 5-2.

Tabela 5-2 Terminal base de acordo com o teste da prova

Pino	Prova		Base
	Vermelha/Preta	Preta/Vermelha	
1-2	OL	OL	3
1-3	OL	OL	2
2-3	OL	OL	1

5 Aplique o fio de teste vermelho no terminal base e o fio de teste preto nos outros dois (em turnos). Grave as leituras.

6 Repita etapa 5, mas inverta os fios de teste vermelho e preto. Grave as leituras.

7 As polaridades (NPN ou PNP) e os terminais podem ser identificados referindo-se à Tabela 5-3, à Tabela 5-4 e à Tabela 5-5. V_{be} sempre é maior do que V_{bc}. A maioria dos transistores TO-92 tem o pino 1 como emissor. É recomendável verificar e conferir a folha de dados específica do fabricante.

Tabela 5-3 Polaridade e terminais se o pino 3 for a base

Fios de teste	Pinos		Terminais (V_{be}>V_{bc})	Tipo
	3-1	3-2		
Vermelha/Preta	0,6749 V	0,6723 V	ECB	NPN
	0,6723 V	0,6749 V	CEB	NPN
Preta/Vermelha	0,6749 V	0,6723 V	ECB	PNP
	0,6723 V	0,6749 V	CEB	PNP

Tabela 5-4 Polaridade e terminais se o pino 2 for a base

Fios de teste	Pinos		Terminais (V_{be}>V_{bc})	Tipo
	2-1	2-3		
Vermelha/Preta	0,6749 V	0,6723 V	EBC	NPN
	0,6723 V	0,6749 V	CBE	NPN
Preta/Vermelha	0,6749 V	0,6723 V	EBC	PNP
	0,6723 V	0,6749 V	CBE	PNP

Tabela 5-5 Polaridade e terminais se o pino 1 for a base

Fios de teste	Pinos		Terminais (V_{be}>V_{bc})	Tipo
	1-2	1-3		
Vermelha/Preta	0,6749 V	0,6723 V	BEC	NPN
	0,6723 V	0,6749 V	BCE	NPN
Preta/Vermelha	0,6749 V	0,6723 V	BEC	PNP
	0,6723 V	0,6749 V	BCE	PNP

Outro tipo comum de transistor é o encapsulamento TO-3, mostrado na Figura 5-8 na página 101.

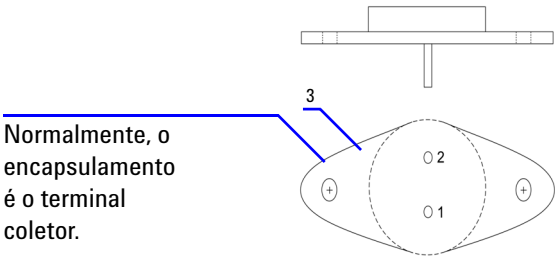



Figura 5-8 Transistor TO-3

Um transmissor de alta potência NPN de silicone (2N3055) é usado como exemplo para demonstrar como a polaridade e os terminais são identificados.

De acordo com o procedimento anterior, o pino 2 é a base.

Tabela 5-6 Polaridade e terminais se o pino 2 for a base

Fios de teste	Pinos		Terminais (V_{be}>V_{bc})	Tipo
	2-1	2-3		
Vermelha/Preta	0,5702 V	0,5663 V	EBC	NPN

Determinar h_{fe} do transistor

NOTA Se quiser obter resultados corretos, ajuste os valores de V_{DD} e I_B de acordo com as condições especificadas pelo fabricante do transistor.

Para TJB tipo NPN

1. Coloque a chave rotativa na posição ~ mA / .
2. Conecte a base ao terminal de saída positivo.
3. Conecte o emissor ao terminal de saída negativo e ao terminal negativo de uma fonte de alimentação DC (que forneça a V_{DD} necessária).
4. Conecte o coletor ao terminal de entrada negativo.
5. Conecte o terminal positivo da fonte de alimentação DC ao terminal de entrada positivo por meio de um resistor.
6. Emita uma corrente constante de +1,000 mA (I_B).
7. Leia o valor da corrente medida (I_C).

Para TJB tipo PNP

1. Coloque a chave rotativa na posição ~ mA / .
2. Conecte a base ao terminal de saída positivo.
3. Conecte o coletor ao terminal de saída negativo e ao terminal positivo de uma fonte de alimentação DC (que forneça a V_{DD} necessária).
4. Conecte o emissor ao terminal de entrada negativo.
5. Conecte o terminal negativo da fonte de alimentação DC ao terminal de entrada positivo por meio de um resistor.
6. Emita uma corrente constante de -0,500 mA (I_B).
7. Leia o valor da corrente medida (I_C).

O transistor h_{fe} é calculado como a razão de I_C por I_B.

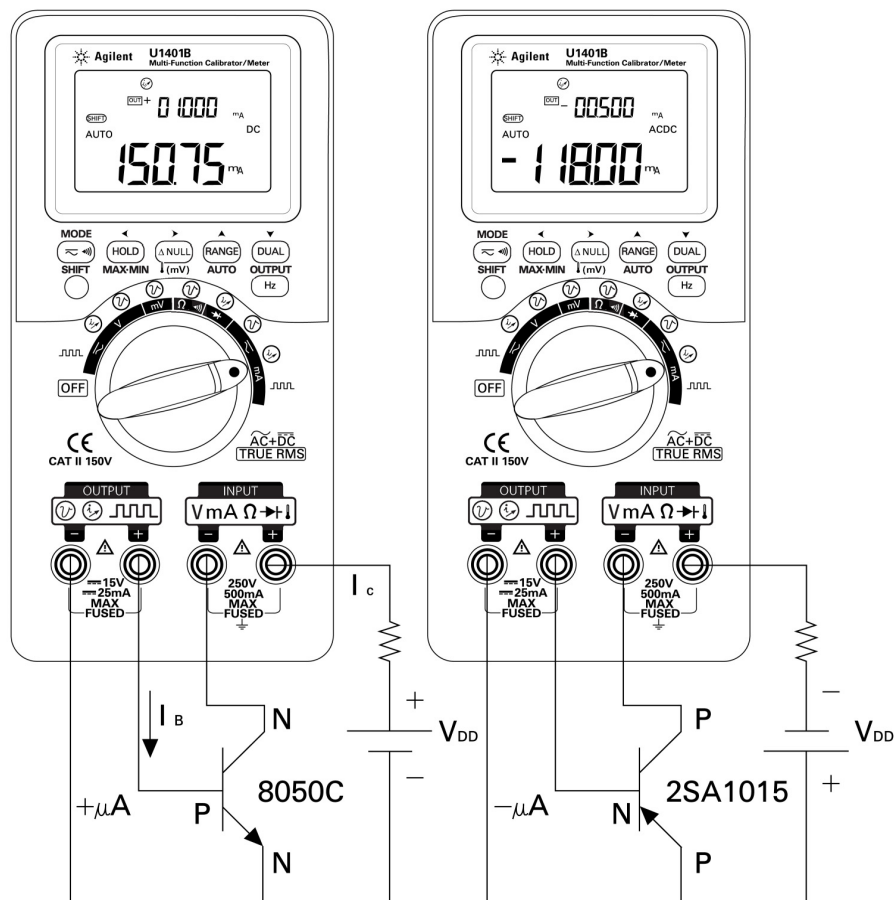



Figura 5-9 Determinar h_{fe} do transistor

Teste de chaveamento de transistor de efeito de campo de junção (JFET)

Um JFET geralmente tem três terminais, chamados de drain (D, ou "dreno"), gate (G, ou "porta") e source (S, ou "fonte"). Há dois tipos de JFET, dependendo do tipo de canal: canal n e canal p. É recomendável obter a folha de dados específica com os fabricantes. O U1401B também pode ser usado para identificar um JFET, com o procedimento a seguir:

1 Coloque a chave rotativa na posição Ω ◂))) .
2 Conecte os fios de teste vermelho e preto aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente. O terminal positivo fornecerá uma tensão de teste positiva.
3 Neste exemplo, usaremos um JFET com encapsulamento TO-92, como na Figura 5-10.

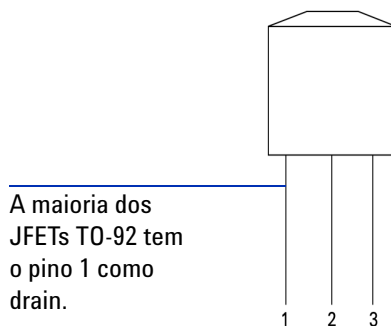



Figura 5-10 JFET TO-92

4 Aplique o fio de teste vermelho no pino 1 e o fio de teste preto no pino 2. Depois inverta os fios de teste e obtenha a leitura. Se as duas leituras forem <1 kΩ, você pode presumir que esses pinos sejam os terminais drain e source. O pino 3 restante é o terminal gate. Sempre descubra primeiro qual pino é o terminal gate. Consulte a Tabela 5-7 na página 105.

Tabela 5-7 Terminal gate de acordo com o teste da prova

Pinos	Fios de teste		Gate
	Vermelha/Preta	Preta/Vermelha	
1-2	<1 kΩ	<1 kΩ	3
1-3	<1 kΩ	<1 kΩ	2
2-3	<1 kΩ	<1 kΩ	1

O tipo de canal de um JFET pode ser identificado medindo-se sua resistência drain-source (R_{DS}) quando ele for polarizado com uma fonte de tensão constante. Geralmente, os dois tipos de canal serão ativados sob uma tensão gate-source (V_{GS}) de 0 V.

5 Conecte o fio de prova de entrada vermelho ao drain.

6 Conecte o fio de prova de entrada preto ao source.

7 Conecte o fio jacaré de saída vermelho ao terminal gate por um resistor de 100 kΩ, e conecte o fio jacaré de saída preto ao fio de teste de entrada preto.

Se R_{DS} aumentar quando V_{GS} for um valor negativo, trata-se de um JFET de canal n. Por outro lado, se R_{DS} aumentar quando V_{GS} for um valor positivo, trata-se de um JFET de canal p.

A tensão de corte de um JFET de canal n

Para determinar a tensão de corte de um JFET de canal n:

1. Conecte o fio de prova de entrada vermelho ao drain.
2. Conecte o fio de prova de entrada preto ao source.
3. Conecte o fio jacaré de saída vermelho ao terminal gate por um resistor de 100 kΩ, e conecte o fio jacaré de saída preto ao fio de teste de entrada preto.
4. Diminua gradualmente a saída de tensão de `+00,000` V para `−15,000` V. O valor R_{DS} aumentará de acordo (Figura 5-11 na página 106).
5. Observe em que ponto a leitura da resistência se torna **OL**; o nível de polaridade de tensão nesse ponto seria a tensão de corte do JFET de canal n.

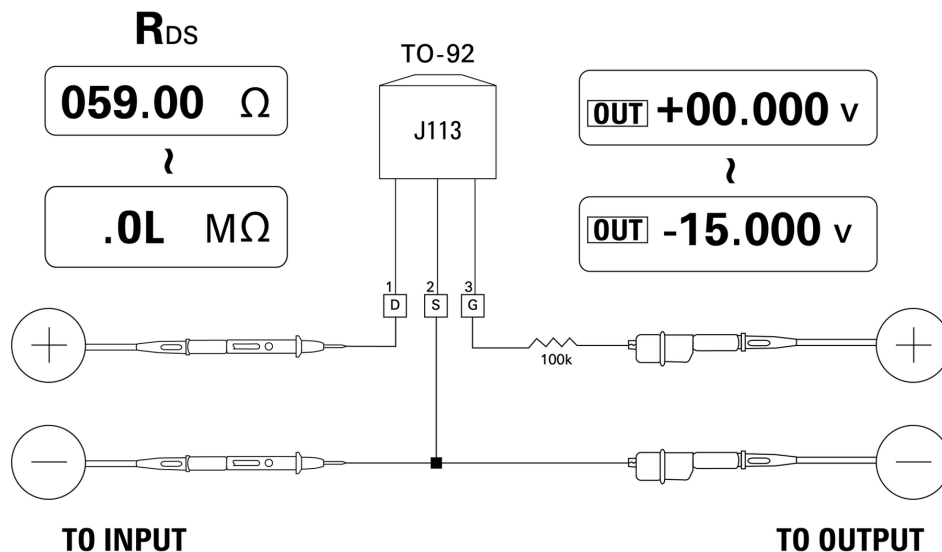



Figura 5-11 JFET de canal n

A tensão de corte de um JFET de canal p

Para determinar a tensão de corte de um JFET de canal p:

1 Conecte o fio de prova de entrada vermelho ao drain.
2 Conecte o fio de prova de entrada preto ao source.
3 Conecte o fio jacaré de saída vermelho ao terminal gate por um resistor de 100 kΩ, e conecte o fio jacaré de saída preto ao fio de teste de entrada preto.
4 Diminua gradualmente a saída de tensão de `+00,000` V para `+15,000` V. O valor R_{DS} aumentará de acordo (Figura 5-12 na página 107).
5 Observe em que ponto a leitura da resistência se torna **OL**; o nível de polaridade de tensão nesse ponto seria a tensão de corte do JFET de canal p.

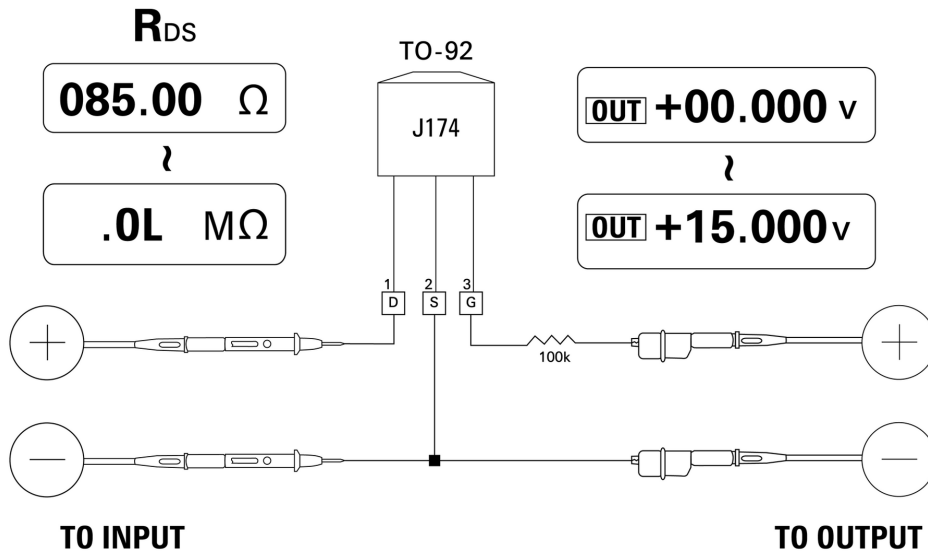



Figura 5-12 JFET de canal p

Verificação de amplificador operacional

Presume-se que o amplificador ideal tenha estas características:

- Ganho infinito
- Impedância de entrada infinita
- Largura de banda infinita (uma largura de banda que vai do zero ao infinito)
- Impedância de saída zero
- Tensão zero e desvio de corrente

Há duas maneiras básicas de aplicar feedback a um amplificador operacional diferencial. Uma é configurando o amplificador operacional como um conversor de corrente para tensão invertido, e a outra é configurando o amplificador operacional com um conversor de tensão para corrente não invertido.

Conversor de corrente para tensão

Um amplificador operacional ideal pode atuar como um conversor de corrente para tensão. No Figura 5-13, o amplificador operacional ideal mantém seu terminal de entrada inversor no potencial de terra e força qualquer corrente de entrada a passar pelo resistor do feedback. Logo, $I_{in}= I_f$ e $V_o= -I_f \times R_f$. Observe que o circuito fornece a base para uma medição de corrente ideal; introduz queda de tensão zero no circuito de medição, e a impedância de entrada efetiva do circuito, conforme medição direta no terminal de entrada inversor, é zero.

1 Coloque a chave rotativa na posição ≂V / (símbolo) .
2 Selecione manualmente a escala DC 50 V para a medição de tensão.
3 Conecte as pontas de prova vermelha e preta aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.

4 Conecte os fios jacaré vermelho e preto aos terminais de saída positivo e negativo respectivamente.

5 Conecte o amplificador operacional como na Figura 5-13.

6 Use uma fonte de alimentação DC com saídas de +15 V e –15 V para alimentar o amplificador operacional.

7 Forneça uma corrente constante de +00,000 mA ao amplificador operacional e meça a tensão de desvio, V_o.

8 Aumente gradualmente a corrente de saída do U1401B de +00,000 mA para +12,000 mA ao monitorar a tensão de saída do amplificador operacional. O valor V_o aumentará de acordo, de aproximadamente 00,000 V para aproximadamente –12,000V. A V_o verdadeira é influenciada pela tolerância do resistor de feedback e pela compensação do amplificador operacional.

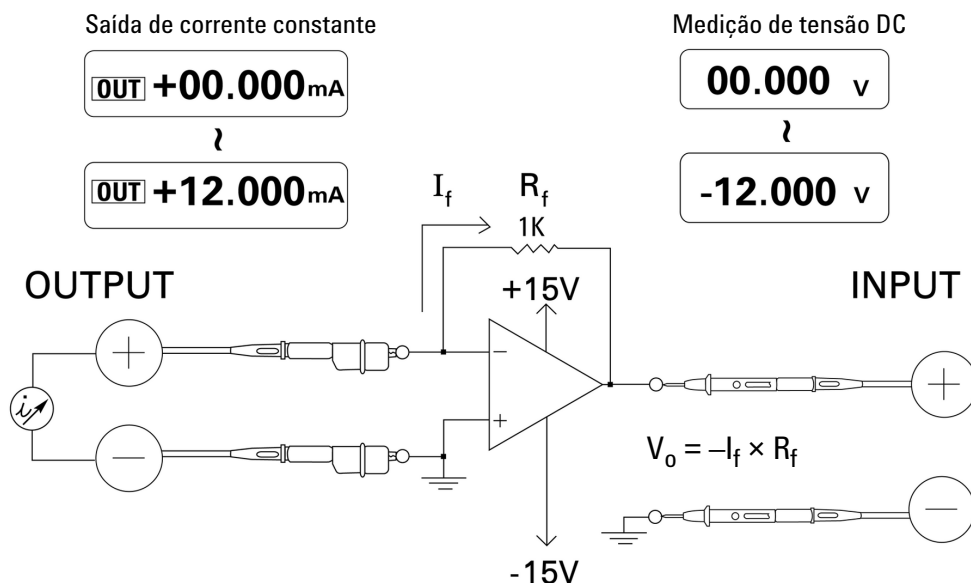



Figura 5-13 Conversor de corrente para tensão

Conversor de tensão para corrente

Ao manter sua tensão de entrada diferencial em zero, o amplificador operacional mostrado na Figura 5-14 força uma corrente de $I = V_{in}/R1$ a passar pela carga R2 no caminho do feedback. Essa corrente é independente da carga.

1 Coloque a chave rotativa na posição ~V / (símbolo).
2 Selecione manualmente a escala DC 50 V para a medição de tensão.
3 Conecte as pontas de prova vermelha e preta aos terminais de entrada positivo e negativo respectivamente.
4 Conecte os fios jacaré vermelho e preto aos terminais de saída positivo e negativo respectivamente.
5 Conecte o amplificador operacional como na Figura 5-14.
6 Use uma fonte de alimentação DC com saídas de +15 V e –15 V para alimentar o amplificador operacional.
7 Aumente gradualmente a tensão de saída do U1401B de +00,000 mV para +06,000 V ao medir a tensão de saída do amplificador operacional. A tensão de saída aumentará analogamente de aproximadamente +00,000 V até aproximadamente +12,000 V. Será possível, então, verificar as características do conversor de tensão para corrente realizando os cálculos necessários.
8 Uma alternativa é posicionar a chave rotativa em ~mA / (símbolo) e conectar os fios de teste de entrada no lugar do medidor **A** como na Figura 5-14. A corrente medida será proporcional à entrada de tensão no amplificador operacional.

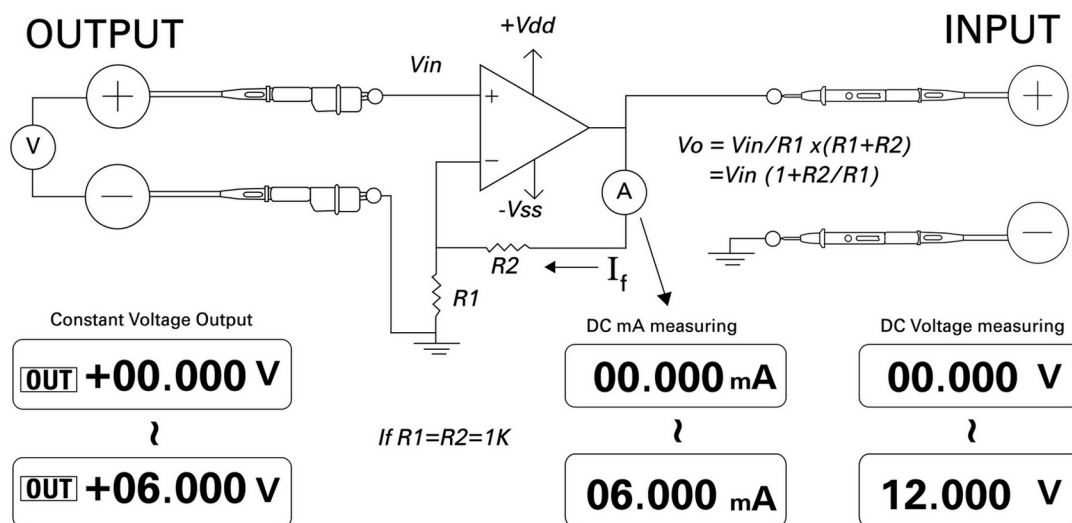



Figura 5-14 Conversor de tensão para corrente

Integrador: conversão de onda quadrada para onda triangular

O circuito integrante da Figura 5-15 na página 112 produz uma tensão de saída proporcional ao integral da tensão de entrada.

Um dos muitos usos desse integrador é converter uma onda quadrada em onda triangular.

1 Coloque a chave rotativa na posição V / .
2 Conecte os fios jacaré vermelho e preto aos terminais de saída positivo e negativo respectivamente.
3 Conecte o amplificador operacional como na Figura 5-15 na página 112.

4 Use uma fonte de alimentação DC com saídas de +15 V e –15 V para alimentar o amplificador operacional.

5 Use um osciloscópio para monitorar a forma de onda de saída.

6 Defina o ciclo de serviço da onda quadrada como 50,00% e sua amplitude como 5 V.

7 Emita a onda quadrada.

8 Selecione uma freqüência diferente e varie o ciclo de serviço para entender melhor as características do integrador.

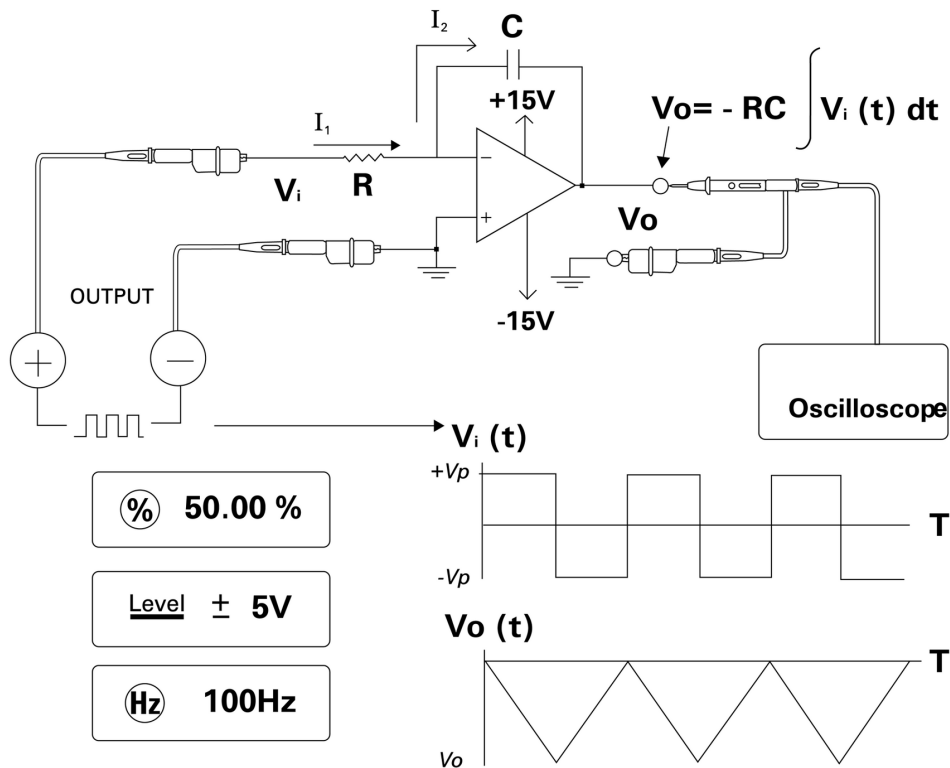



Figura 5-15 Conversão de onda quadrada para onda triangular

Verificação de transmissor bifilar

Use o método a seguir para verificar a operação de um transmissor bifilar. O método se aproveita da capacidade do instrumento de fornecer tensão e medir corrente simultaneamente.

1 Coloque a chave rotativa na posição ≂ mA / (símbolo).
2 Conecte o fio jacaré vermelho entre o terminal de saída positivo do instrumento e o terminal de saída positivo do transmissor bifilar. Consulte a Figura 5-16 na página 114.
3 Conecte um plugue de curto entre o terminal de saída negativo e o terminal de entrada negativo do instrumento.
4 Conecte o fio jacaré preto entre o terminal de entrada positivo do instrumento e o terminal de saída negativo do transmissor bifilar.
5 A alimentação pode ser definida como qualquer tensão até +15 V.
6 Pressione **OUTPUT** para emitir a tensão de excitação.
7 A exibição do instrumento indicará uma corrente de saída de transmissor se um sinal de entrada estiver presente.

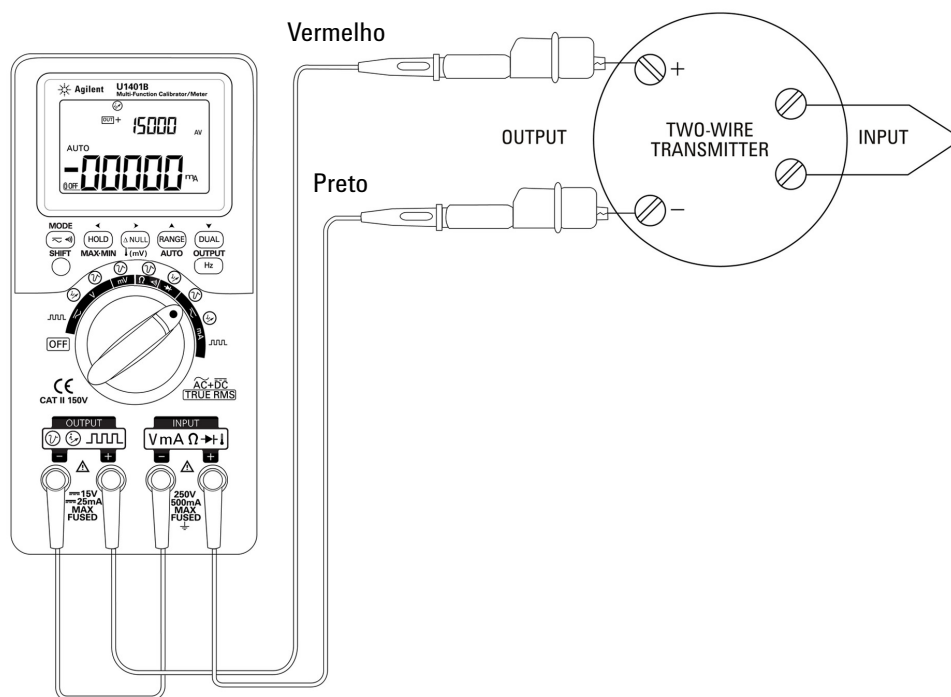



Figura 5-16 Verificar um transmissor bifilar

Verificação de transmissor de freqüência

Em alguns transmissores de freqüência, a saída de onda quadrada pode ser usada como um simulador de fonte e medir a corrente da saída do transmissor.

1 Coloque a chave rotativa na posição ∼ **mA** / ⎍⎍⎍ .
2 Pressione **MODE** para alternar entre os ajustes de ciclo de serviço, largura de pulso e freqüência.
3 Defina a freqüência de saída como 150 Hz e o ciclo de serviço como 50%.
4 Conecte os fios de teste entre os terminais de entrada do U1401B e os terminais de saída do transdutor.
5 Conecte os fios jacaré entre os terminais de saída do U1401B e os terminais de entrada do transdutor. Verifique se a polaridade está correta.
6 Pressione **OUTPUT** para emitir o sinal.
7 Leia o mostrador. Verifique a corrente medida para determinar se a freqüência condiz com as especificações do transdutor.
8 Altere a freqüência de onda quadrada e monitore a corrente medida na exibição.

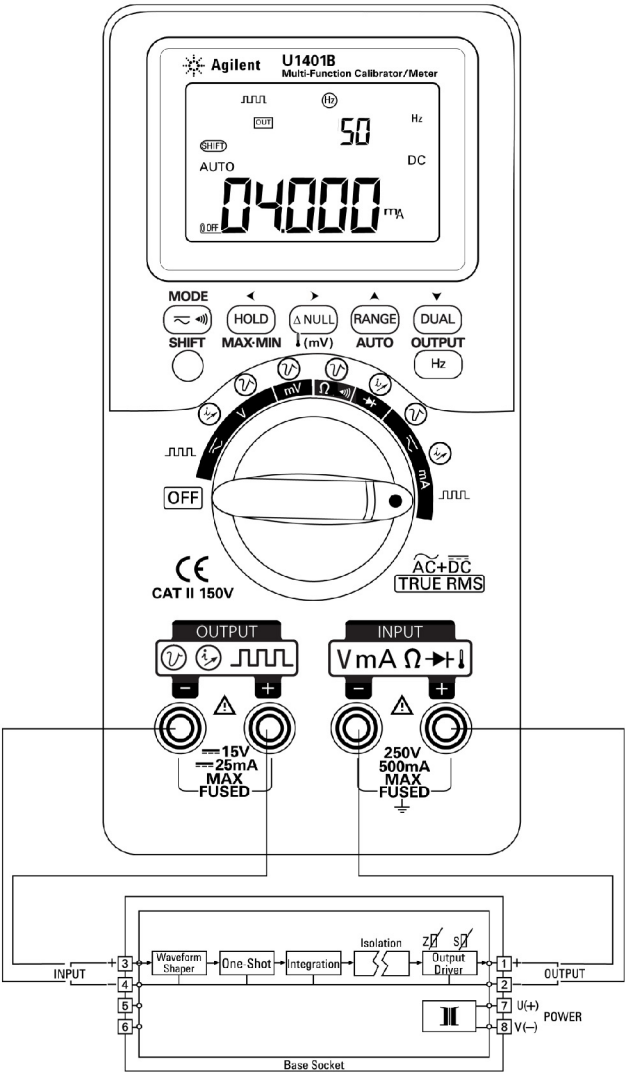



Figura 5-17 Verificar um transmissor de freqüência

6
Manutenção

Este capítulo o ajudará a solucionar problemas do U1401B.

Manutenção

CUIDADO Reparos ou serviços que não sejam cobertos neste manual devem ser realizados apenas por pessoal qualificado.

Manutenção geral

AVISO **Verifique se as conexões do terminal estão corretas para uma medição em particular antes de realizar qualquer medição. Para evitar danos ao instrumento, não exceda os limites nominais de entrada.**

Além dos riscos mencionados acima, a sujeira e a umidade nos terminais também podem distorcer as leituras. O procedimento de limpeza é descrito a seguir:

AVISO **Para evitar choques elétricos ou danos ao instrumento, não deixe que entre água no aparelho.**

1 Desligue o instrumento e remova os fios de teste.
2 Vire-o ao contrário e sacuda a sujeira acumulada nos terminais.
3 Limpe a parte externa do instrumento com um pano úmido e detergente neutro — não use abrasivos ou solventes contendo benzina, benzeno, tolueno, xileno, acetona ou elementos químicos semelhantes. Além disso, não borrife líquido para limpeza diretamente no instrumento; ele pode se infiltrar no instrumento e causar danos. Limpe os contatos de cada terminal com um cotonete limpo umedecido em álcool.
4 Verifique se o instrumento está completamente seco antes de usá-lo.

Substituição da pilha

AVISO

As pilhas contêm níquel-hidreto metálico e devem ser recicladas ou descartadas de maneira adequada.

Retire todos os fios de teste e o adaptador externo antes de abrir a caixa.

CUIDADO

Para evitar que os instrumentos sejam danificados por vazamento de bateria, sempre remova baterias avariadas imediatamente.

O instrumento é alimentado por quatro grupos de pilhas recarregáveis. Para garantir que o instrumento opere dentro de suas especificações, é recomendável substituir as pilhas imediatamente quando o indicador de pilha fraca começar a piscar. A seguir apresentamos os procedimentos para substituição das pilhas:

1 Solte o parafuso da tampa da pilha no painel traseiro.
2 Deslize a tampa para a esquerda, puxe-a para cima e remova-a. Consulte a Figura 6-1.
3 É recomendável substituir todas as pilhas.
4 Para fechar a tampa das pilhas, inverta os procedimentos acima.

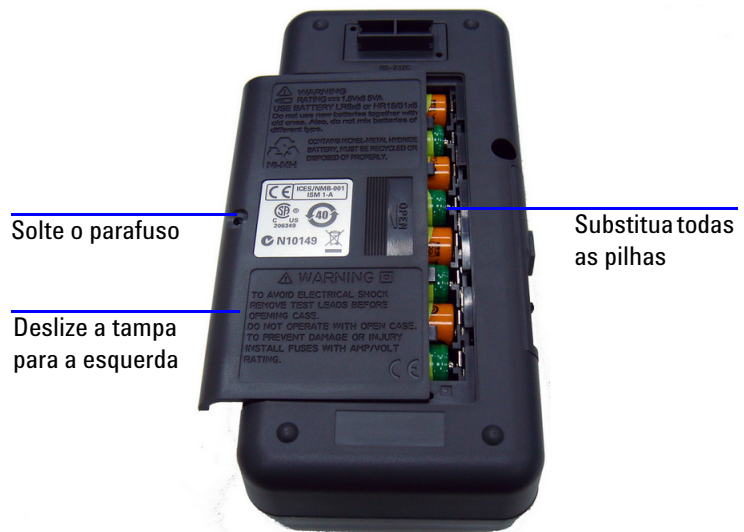



Figura 6-1 Substituição das pilhas

Recarregar as pilhas

AVISO Não descarregue a pilha colocando-a em curto ou submetendo-a a polaridade invertida. Não misture tipos diferentes de pilha. Assegure-se de que a pilha seja recarregável antes de carregá-la.

NOTA

- Está incluída uma bateria recarregável, que virá descarregada e deverá ser carregada antes do uso. Na primeira utilização (ou após um período prolongado de armazenamento), a pilha recarregável poderá requerer de três a quatro ciclos de carga/descarga antes de atingir a capacidade máxima. Para descarregá-la, basta operar o instrumento por meio da energia das pilhas recarregáveis até que ele se desligue ou até que o aviso de carga baixa da bateria apareça.
- Em alguns casos, o instrumento pode indicar que a carga está completa após cerca de dez minutos do carregamento de uma pilha recarregável nova. Essa é uma situação normal de pilhas recarregáveis. Retire a pilha recarregável do dispositivo, reinsira-a e repita o procedimento de carga.

O instrumento é alimentado por quatro grupos de pilhas recarregáveis. Carregue as pilhas imediatamente quando o indicador de pilha fraca começar a piscar. É altamente recomendável utilizar apenas o tipo especificado de adaptador AC 24 V para carregar essas pilhas recarregáveis. Não gire a chave rotativa enquanto o instrumento estiver sendo recarregado porque uma fonte DC 24 V é aplicada ao terminal de carregamento.

Siga estes procedimentos para carregar as pilhas:

1. Desligue o instrumento e desconecte todos os fios de teste dos terminais.
2. Conecte o adaptador AC na entrada do painel lateral.
3. Ponha o interruptor deslizante na posição **CHARGE**.
4. A luz vermelha indica que as pilhas estão sendo recarregadas.

5 Quando as pilhas tiverem sido totalmente recarregadas, a luz verde se acenderá. Remova o adaptador AC e mova o interruptor deslizante para a posição **M** ou **M/S**.

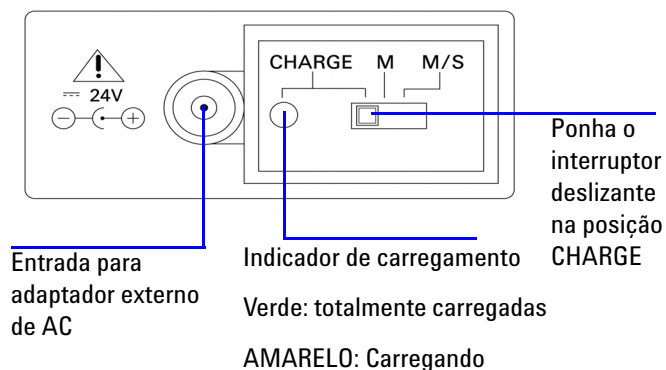



Figura 6-2 Recarregar as pilhas

Troca do fusível

NOTA Este manual fornece apenas os procedimentos de substituição do fusível, não as marcações de substituição do fusível.

Substitua eventuais fusíveis queimados no instrumento de acordo com estes procedimentos:

1. Desligue o instrumento e desconecte todos os fios de teste. Verifique se o adaptador de carregamento também foi removido.
2. Remova a tampa das pilhas e as pilhas.
3. Solte os três parafusos na parte inferior do instrumento e remova a tampa inferior.
4. Retire a placa de circuito como na Figura 6-3

5 Remova o fusível defeituoso cuidadosamente, forçando a liberação de uma das extremidades e deslizando-o para fora do respectivo suporte.

6 Substitua-o por um novo fusível de mesmo tamanho e características nominais. Assegure-se de que o novo fusível esteja centralizado no porta-fusível.

7 Durante os procedimentos de substituição de fusível, certifique-se de que a chave rotativa na tampa frontal e o botão correspondente na placa de circuito permaneçam na posição OFF.

8 Depois de substituir o fusível, reencaixe a placa de circuito e a tampa inferior.

9 Consulte a Tabela 6-1 para o número de fabricação, o valor e o tamanho dos fusíveis.

Tabela 6-1 Especificações dos fusíveis

Fusível	Número de fabricação Keysight	Características nominais	Tamanho	Tipo
1	2110-1464	630 mA/250 V	5 mm x 20 mm	Tipo de cerâmica de queima rápida (fast-blow)
2	2110-1463	63 mA/250 V	5 mm x 20 mm	UL/VDE de queima lenta (slow-blow)

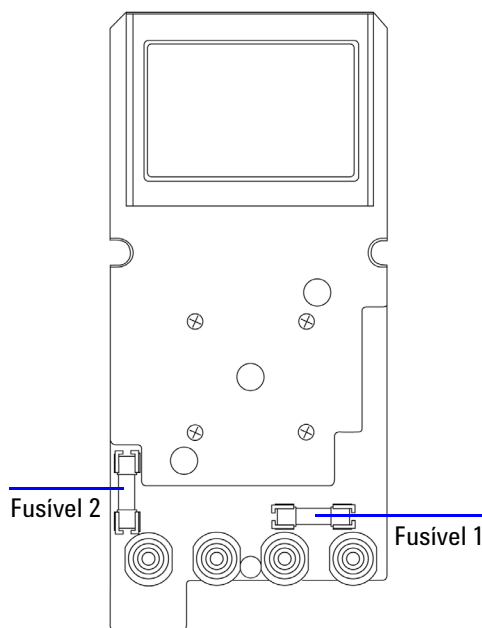



Figura 6-3 Troca do fusível

Solução de problemas

AVISO Para evitar choque elétrico, não realize manutenção se não estiver qualificado para tal.

Se o instrumento não funcionar, verifique as pilhas e os fios de teste e troque-os caso necessário. Se ainda assim o instrumento não funcionar, verifique se todos os procedimentos operacionais fornecidos no manual de instruções foram seguidos antes de realizar a manutenção do instrumento.

Quando fizer manutenção do instrumento, utilize apenas peças de reposição especificadas.

A Tabela 6-2 vai ajudá-lo a identificar alguns problemas básicos.

Tabela 6-2 Solução de problemas

Defeito	Identificação do problema
Nada é exibido na tela LCD depois de ligar o instrumento	• Verifique a posição do interruptor deslizante. Posicione-o em M ou M/S • Verifique as pilhas. Recarregue ou substitua as pilhas se necessário
Nenhum sinal sonoro	Verifique o modo de configuração para ver se o sinal sonoro (beep) foi desativado ("OFF"). Selecione a freqüência do som desejada
Falha na medição da corrente	Verifique o fusível 1
Sem sinal de saída quando: • O mostrador OUT é exibido. • A tecla **OUTPUT** é pressionada e o mostrador OUT só aparece rapidamente antes de ser substituído pelo mostrador SBY .	• As pilhas estão fracas • Verifique a posição do interruptor deslizante. Posicione-o em M/S • Verifique a carga externa para conferir se o limite nominal foi excedido. • Verifique se o loop tem 24 V de força. Em caso positivo, use o fio de teste amarelo especial para simulação de mA (consulte Capítulo 5, “Modo de simulação para saída de mA”) • Verifique o fusível 2
Nenhuma indicação de carregamento	• Ponha o interruptor deslizante na posição CHARGE • Verifique o adaptador externo para conferir se a saída é de 24 VDC e se ele está conectado corretamente ao terminal de carregamento • Verifique a tensão de força da linha (100 VAC a 250 VAC 47 Hz/63 Hz) e o cabo de alimentação
Falha no controle remoto	• Verifique se o lado óptico do cabo está conectado ao instrumento e se o lado com o texto da capa do conector está voltado para cima • Verifique taxa de baud, paridade, bits de dados e bit de parada (as configurações padrão são 9600, n, 8, 1) • Instale o driver do IR-USB em seu computador

7
Testes de desempenho e calibração

Este capítulo contém os procedimentos de teste de desempenho e ajustes.

Visão geral da calibração

CUIDADO Este instrumento deve ser calibrado somente por pessoal qualificado com equipamento apropriado. Para informações detalhadas sobre os procedimentos de calibração, entre em contato com o representante ou distribuidor autorizado da Keysight Technologies mais próximo.

Este manual contém procedimentos para a verificação do desempenho do instrumento, além de procedimentos para que sejam realizados os ajustes necessários.

O procedimento de teste de desempenho verifica se o Medidor/Calibrador Multifunção Portátil está operando dentro das especificações publicadas. O procedimento de ajuste assegura que o multímetro permaneça dentro de suas especificações até a próxima calibração.

Calibração eletrônica com caixa fechada

O instrumento realiza calibração com a caixa fechada. Em outras palavras, nenhum ajuste eletromecânico interno é necessário. O instrumento calcula fatores de correção com base nos sinais de referência de entrada com os quais você o alimenta durante o processo de calibração. Os novos fatores de correção são armazenados em memória EEPROM não volátil até a realização da próxima calibração (ajuste). O conteúdo dessa memória EEPROM não volátil não será alterado nem quando o equipamento for desligado.

Serviços de calibração da Keysight Technologies

Quando chegar a época da calibração do seu instrumento, entre em contato com o Centro de Serviços Keysight local para solicitar uma recalibração.

Intervalo de calibração

O intervalo de um ano para calibração é adequado para a maioria das aplicações. As especificações de precisão são garantidas apenas se a calibração for realizada em intervalos regulares. As especificações de precisão não são garantidas além do intervalo de calibração de um ano. A Keysight não recomenda prolongar os intervalos de calibração além de dois anos para qualquer aplicação.

Outras recomendações para a calibração

As especificações são garantidas somente dentro do período determinado desde a última calibração. A Keysight recomenda a realização dos reajustes durante o processo de calibração para obter melhor desempenho. Isso garantirá que o Medidor/Calibrador Multifunção Portátil permaneça dentro das especificações. Esse critério de calibração oferece a melhor estabilidade em longo prazo.

Durante testes de verificação de desempenho, só os dados de desempenho são coletados; esses testes não garantem que o instrumento permanecerá dentro dos limites especificados. Os testes servem apenas para identificar quais funções precisam de ajuste.

Condições ambientais

A calibração ou o teste de verificação devem ser feitos em condições de laboratório, onde a temperatura ambiente e a umidade relativa podem ser controladas.

Aquecimento

Aguarde no mínimo 20 minutos para que o instrumento aqueça antes de realizar a calibração. Se houver exposição ou armazenamento em ambiente de alta umidade (condensação), um período de recuperação relativamente maior é necessário.

Equipamento de teste recomendado

O equipamento de teste recomendado para verificação de desempenho e procedimentos de ajuste estão listados adiante. Se o instrumento exato não estiver disponível, substitua por outro padrão de calibração de precisão equivalente.

Tabela 7-1 Equipamento de teste recomendado

Aplicação	Equipamento recomendado	Requisitos de precisão recomendados
Tensão CC	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Corrente CC	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Resistência	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Tensão CA	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Corrente CA	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Frequência	Keysight 33250A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Temperatura	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Ciclo de serviço	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.
Diodo	Fluke 5520A	<1/5 instrumento 1 ano espec.

Testes de verificação de desempenho

Verificação automática

Para realizar uma verificação automática no nível de tensão de saída do instrumento:

1 Coloque a chave rotativa na posição ≂V / (ↄ).

2 Ponha os fios de teste de entrada em curto para medição de tensão e pressione (Δ NULL) momentaneamente para zerar o efeito térmico residual até que o valor da medição se estabilize.

3 Conecte as pontas positivas de entrada e saída juntas.

4 Conecte as pontas negativas de entrada e saída juntas.

5 Defina o valor de saída como + 4,5000 V.

6 Observe o valor da medição na exibição principal.

Consulte a Tabela 7-2 para funções que podem ser verificadas automaticamente.

Tabela 7-2 Funções que podem ser verificadas automaticamente

Posição da chave rotativa	Valor de saída	Valor de medição (entrada)
≂V / (ↄ)	+4,5000 V	DC 4,5000 V
≂mA / (i↗)	+25,0000 mA	DC 25,0000 mA
≂V / ⎍⎍⎍	100 Hz	100,00 Hz
	0,39~99,60%	0,3~99,6%
	±5 V	AC 4,9586 V
	±12 V	AC 11,959 V

A Tabela 7-2 é apenas para referência. Consulte o Capítulo 8, “Especificações,” na página 147 para especificações detalhadas.

Verificação de desempenho de entrada

Para verificar as funções de entrada do Medidor/calibrador multifuncional portátil U1401B, realize os testes de verificação listados na Tabela 7-3. Consulte a Tabela 7-1 na página 131 para o equipamento de teste recomendado para a verificação de cada função.

Tabela 7-3 Testes de verificação de desempenho de entrada

Passo	Função de teste	Conexão ao 5520A	Escala	Saída 5520A	Erro do nominal 1 ano
1	Gire a chave rotativa até **mV**. Pressione para selecionar DC.	Conecte os terminais de saída **Normal Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	50 mV	0,05 V	±75 μV
				–0,05 V	±75 μV
			500 mV	0,5 V	±0,2 mV
				–0,5 V	±0,2 mV
	Gire a chave rotativa até ≂**V**. Pressione para selecionar DC.		5 V	5 V	±2 mV
				–5 V	±2 mV
			50 V	50 V	±20 mV
				–50 V	±20 mV
			250 V	250 V	±0,125 V
				–250 V	±0,125 V
2	Gire a chave rotativa até **mV**. Pressione para selecionar AC.	Conecte os terminais de saída **Normal Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	50 mV	50 mVrms @ 45 Hz	±0,39 mVrms
				50 mVrms @ 5 kHz	±0,39 mVrms
				50 mVrms @ 20 kHz	±0,79 mVrms

Tabela 7-3 Testes de verificação de desempenho de entrada (continuação)

Passo	Função de teste	Conexão ao 5520A	Escala	Saída 5520A	Erro do nominal 1 ano
2 (cont)	Gire a chave rotativa até ~V. Pressione (≈·•)) para selecionar AC.	Conecte os terminais de saída **Normal Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	500 mV	500 mVrms @ 45 Hz	±3,7 mVrms
				500 mVrms @ 5 kHz	±3,7 mVrms
				500 mVrms @ 20 kHz	±7,7 mVrms
			5 V	5 Vrms @ 45 Hz	±37 mVrms
				5 Vrms @ 5 kHz	±37 mVrms
				5 Vrms @ 20 kHz	±77 mVrms
			50 V	50 Vrms @ 45 Hz	±0,37 Vrms
				50 Vrms @ 5 kHz	±0,37 Vrms
				50 Vrms @ 20 kHz	±0,77 Vrms
			250 V	250 Vrms @ 45 Hz	±1,95 Vrms
				250 Vrms @ 5 kHz	±1,95 Vrms
				250 Vrms @ 20 kHz	±3,95 Vrms

Tabela 7-3 Testes de verificação de desempenho de entrada (continuação)

Passo	Função de teste	Conexão ao 5520A	Escala	Saída 5520A	Erro do nominal 1 ano
3	Gire a chave rotativa até ≂**V**. Pressione (Hz) para selecionar a freqüência.	Conecte os terminais de saída **Normal Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	100 Hz	10 Hz @ 16 mV	±5 mHz
			100 kHz	20 kHz @ 16 mV	±7 Hz
			200 kHz	200 kHz @ 24 mV	±30 kHz
4	Gire a chave rotativa até ≂**V**. Pressione (Hz) para selecionar o ciclo de serviço.	Conecte os terminais de saída **Normal Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	0,1% a 99%	50% @ 50 Hz @ 5 Vac	0,3%
				50% @ 800 Hz @ 5 Vac	0,3%
5	Gire a chave rotativa até Ω ◂))).	Conecte os terminais de saída **Normal Hi-Low** e os terminais de saída **AUX Hi-Low** do calibrador (com uma configuração empilhada de dois cabos) aos terminais de entrada do U1401B.	500 Ω	500 Ω	±0,83 Ω
			5 kΩ	5 kΩ	±8 Ω
			50 kΩ	50 kΩ	±80 Ω
			500 kΩ	500 kΩ	±800 Ω
			5 MΩ	5 MΩ	±8 kΩ
			50 MΩ	50 MΩ	±508 kΩ
6	Gire a chave rotativa até ≂ **mA**. Pressione (≂ ◂))) para selecionar DC.	Conecte os terminais de saída **AUX Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	0,05 A	0,045 A	±18,5 µA
			0,5 A	0,45 A	±0,185 mA
7	Gire a chave rotativa até ≂ **mA**. Pressione (≂ ◂))) para selecionar AC.	Conecte os terminais de saída **AUX Hi-Low** do calibrador aos terminais de entrada do U1401B.	0,05 A	0,005 A @ 1 kHz	±50 µA
				0,045 A @ 1 kHz	±0,29 mA
			0,5 A	0,05 A @ 50 Hz	±0,5 mA
				0,45 A @ 60 Hz	±2,9 mA

Tabela 7-3 Testes de verificação de desempenho de entrada (continuação)

Passo	Função de teste	Conexão ao 5520A	Escala	Saída 5520A	Erro do nominal 1 ano
8	Gire a chave rotativa até →|.	Conecte um diodo aos terminais de entrada do U1401B em posição de polarização direta.	2 V	1,9 V	±1,45 mV
9	Gire a chave rotativa até **mV**. Mantenha pressionado [Δ NULL] por mais de 1 segundo.	Conecte o termopar tipo K aos terminais de entrada do U1401B.	–40 °C a 1.372 °C	0 °C	±3 °C
			–40 °F a 2.502 °F	32 °F	±6,096 °F

Verificação de desempenho de saída

Para verificar as funções de saída do U1401B Medidor/calibrador multifuncional portátil, realize os testes de verificação listados na Tabela 7-4. Consulte a Tabela 7-1 na página 131 para o equipamento de teste recomendado para a verificação de cada função.

Tabela 7-4 Testes de verificação de desempenho de saída

Passo	Função	Conexão e equipamento de teste recomendados	Escala ou parâmetro	U1401Bsaída	Erro nominal dentro de um ano
1	Gire a chave rotativa para uma das posições (símbolo).	Conecteos terminais de saída do U1401B ao multímetro 34405A.	±1,5000 V	–1,5 V	±0,75 mV
				0 V	±0,3 mV
				+1,5 V	±0,75 mV
			±15,000 V	–15 V	±7,5 mV
				0 V	±3 mV
				+15 V	±7,5 mV
2	Gire a chave rotativa para uma das posições (símbolo).	Conecte os terminais de saída do U1401B ao multímetro 34405A.	±25,000 mA	–25 mA	±12,5 µA
				+25 mA	±12,5 µA
3	Gire a chave rotativa para uma das posições (símbolo).	Conecte os terminais de saída do U1401B ao contador universal 53131A.	Freqüência (10 kHz)	4,8 kHz	±0,25 Hz
			Freqüência (1 kHz)	600 Hz	±0,04 Hz
			Ciclo de serviço (0,39% a 99,60%)	5 V, 25% @ 150 Hz	±0,203%
				5 V, 75% @ 150 Hz	±0,208%

Considerações sobre ajustes

Para ajustar (calibrar) o instrumento, será necessário um conjunto de conectores e cabos de entrada para teste para a recepção dos sinais de referência. Você também vai precisar de um plugue de curto.

Os ajustes para cada função devem ser realizados com as seguintes considerações (quando aplicável):

- Deixe o instrumento se aquecer e se estabilizar por cinco minutos antes de realizar os ajustes.
- Certifique-se de que as pilhas não ficarão fracas durante os ajustes. Substitua ou recarregue as pilhas antes de realizar os ajustes para evitar leituras falsas.
- Considere os efeitos térmicos ao conectar os fios de teste entre o calibrador e este instrumento. É recomendável aguardar um minuto após a conexão dos fios de teste para iniciar a calibração.
- Durante o ajuste à temperatura ambiente, verifique se o instrumento esteve ligado por pelo menos uma hora com o termopar do tipo K conectado entre ele e a fonte de calibração.

CUIDADO Não desligue o instrumento durante a calibração. Isso pode excluir a memória de calibração para a função atual.

Procedimentos para ajustes

Calibração de entrada

1. Posicione o interruptor deslizante em **M/S**.
2. Deixe o instrumento aquecer por 20 minutos antes de realizar a calibração.
3. Para entrar no modo de calibração, pressione (≂ ·))) e (DUAL) por mais de um segundo. A exibição principal indica "**CHEEP**".
4. Pressione (Hz) para entrar no modo de calibração de entrada.
5. Gire a chave rotativa até a posição "**Função de teste**", mostrada na tabela de ajuste.
6. A exibição principal mostra o valor de referência correspondente do item de calibração.
7. Configure cada item de calibração.
8. Use as teclas de seta ▲ ou ▼ para selecionar o intervalo de calibração.
9. Aplique o sinal de entrada mostrado na coluna Entrada da tabela.
10. A exibição secundária mostrará o valor da tensão de entrada necessária. Pressione o botão HOLD, para alternar entre os valores de Desvio e Ganho.
11. Repita as etapas 5 a 10 para cada ponto de ajuste.

Tabela 7-5 Testes de calibração

Etapa	Função de teste	Intervalo de calibração		Entrada	U1401B
a.	Gire a chave rotativa até **mV**. Pressione (≂·))) para selecionar DC.	50 mV	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			45 mV	45 mV	45,000 mV
		500 mV	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			450 mV	450 mV	450,00 mV
	Gire a chave rotativa até ≂**V**. Pressione (≂·))) para selecionar DC.	5 V	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			4,5 V	4,5 V	4,5000 V
		50 V	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			45 V	45 V	45,000 V
		500 V	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			450 V	450 V	450,00 V
		1000 V	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			900 V	900 V	900,0 V

Tabela 7-5 Testes de calibração

Etapa	Função de teste	Intervalo de calibração		Entrada	U1401B
b.	Gire a chave rotativa até **mV**. Pressione [botão] para selecionar AC.	50 mV a 1 kHz	5 mV	5 mV	5,000 mV
			45 mV	45 mV	45,000 mV
		500 mV a 1 kHz	50 mV	50 mV	50,00 mV
			450 mV	450 mV	450,00 mV
	Gire a chave rotativa até ~**V**. Pressione [botão] para selecionar AC.	5 V a 1 kHz	0,5 V	0,5 V	0,5000 V
			4,5 V	4,5 V	4,5000 V
		50 V a 1 kHz	5 V	5 V	5,000 V
			45 V	45 V	45,000 V
		500 V a 1 kHz	25 V	25 V	25,00 V
			250 V	250 V	250,00 V
		750 V a 1 kHz	75 V	75 V	75,0 V
			750 V	750 V	750,0 V

Tabela 7-5 Testes de calibração

Etapa	Função de teste	Intervalo de calibração		Entrada	U1401B
c.	Gire a chave rotativa até Ω ◂))) .	500 Ω	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			450 Ω	450 Ω	450,00 Ω
		5 kΩ	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			4,5 kΩ	4,5 kΩ	4,5000 kΩ
		50 kΩ	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			45 kΩ	45 kΩ	45,000 kΩ
		500 kΩ	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			450 kΩ	450 kΩ	450,00 kΩ
		5 MΩ	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			4,5 MΩ	4,5 MΩ	4,5000 MΩ
		50 MΩ	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			30 MΩ	30 MΩ	30,000 MΩ
			15 MΩ	15 MΩ	15,000 MΩ

Tabela 7-5 Testes de calibração

Etapa	Função de teste	Intervalo de calibração		Entrada	U1401B
d.	Gire a chave rotativa até ⯈|.	Diodo	Curto	Conector banana duplo com fio de cobre em curto entre 2 terminais	Curto
			1,9 V	1,9 V	1,9000 V
e.	Gire a chave rotativa até a posição ≂ mA. Pressione (≂ •))) para selecionar DC.	50 mA		5 mA	5,000 mA
				45 mA	45,000 mA
		500 mA		50 mA	50,00 mA
				450 mA	450,00 mA
f.	Coloque a chave rotativa na posição ≂ mA. Pressione (≂ •))) para selecionar AC.	50 mA a 1 kHz		5 mA	5,000 mA
				45 mA	45,000 mA
		500 mA a 1 kHz		50 mA	50,00 mA
				450 mA	450,00 mA

Calibração de temperatura

1 No modo de calibração, gire a chave rotativa para a posição mV.

2 Pressione (Δ NULL) por mais de um segundo para entrar na calibração de temperatura.

3 Conecte um termopar tipo K no terminal de entrada. Alimente o sinal de entrada de referência que representa 0 °C e aguarde 10 minutos.

4 Pressione (Hz) para concluir a calibração de temperatura.

Calibração de saída

1 Posicione o interruptor deslizante em **M/S**.
2 Deixe o instrumento aquecer por dez minutos antes de realizar a calibração.
3 Para entrar no modo de calibração, pressione e DUAL por mais de um segundo. A exibição principal indica "CHEEP".
4 Pressione Hz para entrar no modo de calibração de entrada.
5 Gire a chave rotativa até uma das posições de "Entrada de corrente/Saída de tensão", e pressione **SHIFT** por mais de um segundo para entrar no modo de calibração de saída.

CAL-0 & CAL-1

No modo de calibração de saída, as exibições principal e secundária exibirão "CAL-0" e "-rdy-" respectivamente.

Conecte os terminais de saída a um multímetro (consulte a Tabela 7-1 na página 131 para conhecer o equipamento de teste recomendado).

- **CAL-0**:
  1 Pressione **OUTPUT**. As exibições principal e secundária indicarão "CAL-0" e "00000", respectivamente.
  2 Aguarde até que a leitura do instrumento se estabilize e grave o valor.
- **CAL-1**:
  1 Pressione **MODE**. As exibições principal e secundária indicarão "CAL-1" e "-rdy", respectivamente.
  2 Pressione **OUTPUT**. As exibições principal e secundária indicarão "CAL-1" e "00000", respectivamente.
  3 Pressione ▲ ou ▼ para ajustar a tensão de saída até que a leitura do medidor seja igual ao valor **CAL-0** gravado acima.
  4 Pressione **MODE** para concluir a calibração **CAL-0** e **CAL-1**.

Depois de concluir os procedimentos de calibração **CAL-0** e **CAL-1**, o instrumento entrará automaticamente no modo de calibração de saída de 1,5 V.

Calibração de tensão de saída

Siga as etapas abaixo para realizar a calibração das escalas de tensão de saída e dos valores listados na Tabela 7-6:

1 Ao entrar na etapa de calibração, as exibições principal e secundária indicarão o *valor de tensão de saída* e "-rdy", respectivamente.

2 Pressione **OUTPUT**. As exibições principal e secundária mostram o *valor de tensão de saída* e "00000" respectivamente, o que significa que o nível de saída atual é o mostrado na exibição principal.

3 Pressione ▲ ou ▼ para ajustar a tensão de saída até que a leitura do multímetro seja igual ao valor indicado na exibição principal.

4 Pressione **MODE** para seguir para a próxima etapa de calibração.

Tabela 7-6 Etapas de calibração de tensão de saída

Escala de tensão	Etapa de calibração	Valor de tensão de saída
1,5 V	1	+0,0000 V
	2	+1,1000 V
	3	–1,1000 V
15 V	4	+00,000 V
	5	+11,000 V
	6	–11,000 V

Ao fim da última etapa de calibração, a exibição principal indicará "PASS" depois que o botão **MODE** for pressionado.

Calibração de corrente de saída

1 Sem sair do modo de calibração, gire a chave rotativa até uma das posições de "Entrada de corrente/Saída de tensão".
2 Conecte os terminais de saída a um multímetro recomendado (consulte a Tabela 7-1 na página 131 para conhecer o equipamento de teste recomendado).

Siga as etapas abaixo para realizar a calibração das escalas de tensão de saída e dos valores listados na Tabela 7-7:

1 Ao entrar na etapa de calibração, as exibições principal e secundária indicarão o *valor de corrente de saída* e "-rdy", respectivamente.
2 Pressione **OUTPUT**. As exibições principal e secundária mostram o *valor de corrente de saída* e "00000" respectivamente, o que significa que o nível de saída atual é o mostrado na exibição principal.
3 Pressione ▲ ou ▼ para ajustar a corrente de saída até que a leitura do multímetro seja igual ao valor indicado na exibição principal.
4 Pressione **MODE** para seguir para a próxima etapa de calibração.

Tabela 7-7 Etapas de calibração de corrente de saída

Escala de corrente	Etapa de calibração	Valor de corrente de saída
25 mA	1	+00,000 mA
	2	+11,000 mA
	3	–11,000 mA

Ao fim da última etapa de calibração, a exibição principal indicará "PASS" depois que o botão **MODE** for pressionado.

8
Especificações

Este capítulo descreve as especificações do U1401B.

Especificações gerais

Visor
- As exibições principal e secundária são apresentadas em tela de cristal líquido (LCD) de cinco dígitos
  Com leitura máxima de 51.000 contagens e indicação automática de polaridade.

Consumo de energia
- Pilha recarregável: 9,3 VA típica
- Corrente constante DC a 25 mA, carga máxima: 5,5 VA típica (com adaptador de 24 V DC) ou 2,4 VA típica (com pilhas de 9,6 V)
- Apenas o medidor: 1,8 VA típica (com adaptador de 24 V DC) ou 0,6 VA típica (com pilhas de 9,6 V)

Fonte de alimentação
- Pilhas recarregáveis — 1,2 V × 8 unidades (Ni-MH), sem cádmio, chumbo ou mercúrio.
- Adaptador de alternação externo, AC 100 V para 240 V, 50/60 Hz de entrada e DC 24 V/2,5 A de saída.

Ambiente de operação
- Precisão total de 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F)
- Precisão total até 80% de umidade relativa (UR) para temperatura até 31 °C, diminuindo linearmente até 50% de UR a 40 °C

Conformidade de armazenamento
- –20 °C a 60 °C (–4 °F a 140 °F) sem as pilhas.

Conformidade de segurança
- IEC 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2a edição)
- Canadá: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- EUA: ANSI/UL 61010-1:2004

Categoria de medição
- Ambiente CAT-II 150V, com grau de poluição 2.

Conformidade EMC
- IEC 61326-2-1:2005/EN 61326-2-1:2006
- Canadá: ICES-001:2004
- Austrália/Nova Zelândia: AS/NZS CISPR11:2004

Medição
- Três vezes por segundo (AC+DC: uma vez por segundo)
- Uma vez por segundo para medição de freqüência ou ciclo de serviço. (>1 Hz)
- 0,25 a 1 vez por segundo para medições de largura de pulso. (>1 Hz)

Taxa de rejeição de modo comum (CMRR)
- > 90 dB em DC, 50/60 Hz ± 0,1 % (1 kΩ desbalanceada)

Taxa de rejeição de modo normal (NMRR)
- > 60 dB em DC, 50/60 Hz ± 0,1 %

Coeficiente de temperatura

- Entrada: 0,15 * (precisão especificada)/ °C (de 0 °C a 18 °C ou 28 °C a 40 °C)
- Saída: ± (50 ppm de saída + 0,5 dgt)/ °C

Dimensões

- H = 192 mm
- W = 90 mm
- D = 54 mm

Peso

- 0,98 kg com a bolsa e as pilhas

Vida útil das pilhas

- Aproximadamente vinte horas usando apenas funções de medição e quatro horas como medidor/fonte (desde que sejam usadas pilhas Ni-MH 1.300 mA totalmente carregadas).
- O indicador de pilha fraca ( ) surge quando a tensão da série de pilhas cai para menos de 9 V (aproximadamente).

Tempo de carregamento

- Aproximadamente três horas, em um ambiente de 10 °C a 30 °C (se a pilha tiver sido completamente descarregada, um tempo de carregamento maior será necessário para que a ela volte a ter sua capacidade máxima).

Garantia

- Consulte http://www.keysight.com/go/warranty_terms
  - Três anos para o produto
  - Três meses para os acessórios-padrão, exceto quando especificado de outra forma
- Observe que, para o produto, a garantia não cobre:
  - Danos oriundos de contaminação
  - Desgaste normal decorrente do uso de componentes mecânicos
  - Manuais, fusíveis e pilhas descartáveis padrão

Categoria de medição

O U1401B deve ser usado apenas para medição sob a Medição de Categoria II, 150 V para altitudes até 2.000 m.

Definições de categoria de medição

Medição de CAT I	Medições realizadas em circuitos que não estejam conectados diretamente à REDE ELÉTRICA. Por exemplo, medições em circuitos que não derivem da REDE ELÉTRICA e especificamente circuitos especialmente protegidos (internos) derivados da rede elétrica.
Medição de CAT II	Medições realizadas em circuitos conectados diretamente à instalação de baixa tensão. Por exemplo, as medições em aparelhos domésticos, ferramentas portáteis e equipamentos similares.
Medição de CAT III	Medições realizadas em instalação construída fixa. Por exemplo, medições em quadros de distribuição, disjuntores, fiação (incluindo cabos), barramentos elétricos, caixas de derivação, interruptores, tomadas na instalação fixa, equipamentos para uso industrial e motores estacionários com conexões permanentes à instalação fixa.
Medição de CAT IV	Medições realizadas na origem da instalação de baixa tensão. Por exemplo, medidores de eletricidade, medições em dispositivos de proteção a corrente excessiva principal e unidades de controle de ondulação.

Especificações de Entrada

A precisão é dada como ± (% da leitura + contagens de dígito menos significativo) a 23 °C ± 5 °C, com umidade relativa inferior a 80%, e aquecimento por pelo menos cinco minutos. Sem o aquecimento, cinco contagens adicionais de dígito menos significativo têm que ser somados à precisão.

Especificações DC

Tabela 8-1 Especificações DC mV/tensão

Função	Escala	Resolução	Precisão	Proteção contra sobrecarga
DC mV/tensão [1]	50 mV	1 µV	0,05% + 50 [2]	250 Vrms
	500 mV	10 µV	0,03% + 5	
	5 V	0,1 mV		
	50 V	1 mV		
	250 V	10 mV		

[1] Impedância de entrada: 10 MΩ (nominal) para escala 5 V e superior, e 1 GΩ (nominal) para escala 50/500 mV.

[2] A precisão poderia ser melhorada para 0,05% + 5. Sempre use a função relativa para compensar o efeito térmico (ponha os fios de teste em curto) antes de medir o sinal.

Tabela 8-2 Especificações de corrente DC

Função	Escala	Resolução	Precisão	Tensão/desvio de carga	Proteção contra sobrecarga
Corrente DC	50 mA [1]	1 µA	0,03% + 5	0,06 V (1 Ω)	250 V, 630 mA Fusível de ação rápida
	500 mA [1]	10 µA		0,6 V (1 Ω)	

[1] Sempre use a função relativa para compensar o efeito térmico antes de medir o sinal. Se essa função não for usada, a precisão será de 0,03% + 25. O efeito térmico pode estar presente nas seguintes condições:
- Corrente constante, tensão constante ou saída de onda quadrada.
- Operação errada — onde a função de medição de resistência, diodo ou mV é usada para medir sinais de alta tensão que excedam 250 V.
- Após a conclusão do carregamento da pilha.
- Depois de medir uma corrente maior do que 50 mA.

Especificações de AC

Tabela 8-3 Especificações de AC mV/tensão

Função	Escala	Resolução	Precisão		Proteção contra sobrecarga
			45 Hz a 5 kHz	5 kHz a 20 kHz	
AC mV/tensão [1] (Rms real: de 5% a 100% de escala)	50 mV	1 µV	0,7% + 40	1,5% + 40	250 Vrms
	500 mV	10 µV	0,7% + 20	1,5% + 20	
	5 V	0,1 mV			
	50 V	1 mV			
	250 V	10 mV			

[1] Impedância de entrada: 1,1 MΩ em paralelo com <100 pF (nominal) para escala 5 V e superior, e 1 GΩ (nominal) para escala 50/500 mV. Fator de crista: ≤3.

Tabela 8-4 Especificações de corrente AC

Função	Escala	Resolução	Precisão 45 Hz a 5 kHz	Tensão/desvio de carga	Proteção contra sobrecarga
Corrente AC[1] (Rms real: de 5% a 100% de escala)	50 mA	1 µA	0,6% + 20	0,06 V (1 Ω)	250 V, 630 mA Fusível de ação rápida
	500 mA	10 µA		0,6 V (1 Ω)	

[1] Fator de crista: ≤3

Especificações de AC+DC

Tabela 8-5 Especificações de AC+DC mV/tensão

Função	Escala	Resolução	Precisão		Proteção contra sobrecarga
			45 Hz a 5 kHz	5 kHz a 20 kHz	
AC+DC mV/ tensão [1] (Rms real: de 5% a 100% de escala)	50 mV	1 µV	0,8% + 70	1,6% + 70	250 Vrms
	500 mV	10 µV	0,8% + 25	1,6% + 25	
	5 V	0,1 mV			
	50 V	1 mV			
	250 V	10 mV			

[1] Impedância de entrada: 1,1 MΩ em paralelo com <100 pF (nominal) para escala 5 V e superior, e 1 GΩ (nominal) para escala 50/500 mV. Fator de crista: ≤3

Tabela 8-6 Especificações de corrente AC+DC

Função	Escala	Resolução	Precisão 45 Hz a 5 kHz	Tensão/desvio de carga	Proteção contra sobrecarga
Corrente AC+DC[1] (Rms real: de 5% a 100% de escala)	50 mA	1 µA	0,7% + 25	0,06 V (1 Ω)	250 V, 630 mA Fusível de ação rápida
	500 mA	10 µA		0,6 V (1 Ω)	

[1] Fator de crista: ≤3

Especificações de temperatura

Tabela 8-7 Especificações de temperatura

Função	Tipo de termopar	Escala	Resolução	Precisão	Proteção contra sobrecarga
Temperatura[1]	K	–40 °C a 1.372 °C	0,1 °C	0,3% + 3 °C	250 Vrms
		–40 °F a 2.502 °F	0,1 °F	0,3% + 6 °F	

[1] A precisão é definida apenas para a operação do medidor e exclui a tolerância da ponta de prova do termopar. O instrumento deve ser posto na área de operação por pelo menos uma hora, com o interruptor deslizante na posição **M** para operar apenas como medidor.

Especificações de freqüência

Tabela 8-8 Especificações de freqüência

Escala	Resolução	Precisão	Freqüência de entrada mínima	Proteção contra sobrecarga
100 Hz	0,001 Hz	0,02% + 3	1 Hz	250 Vrms
1 kHz	0,01 Hz			
10 kHz	0,1 Hz			
100 kHz	1 Hz			
200 kHz	10 Hz			

Sensibilidade a freqüência e nível de disparo para medição de tensão

Para o máximo produto de freqüência-tensão de entrada (V-Hz) e impedância de entrada, consulte a medição de tensão AC.

Tabela 8-9 Sensibilidade a freqüência e especificações de nível de disparo para medição de tensão

Escala da entrada (Entrada máxima para precisão especificada = 10 × escala ou 250 V).	**Sensibilidade mínima (onda senoidal rms)**		**Nível de disparo para acoplamento DC**	
	1 Hz a 100 kHz	**>100 kHz**	**< 20 kHz**	**20 kHz a 200 kHz**
50 mV	15 mV	25 mV	20 mV	30 mV
500 mV	35 mV	50 mV	60 mV	80 mV
5 V	0,3 V	0,5 V	0,6 V	0,8 V
50 V	3 V	5 V	6 V	8 V
250 V	30 V	—	60 V	—

Ciclo de serviço [1]

Tabela 8-10 Especificações de ciclo de serviço

Modo	Escala	Precisão no fundo de escala
Acoplamento DC	0,1% a 99,9%	0,3% por kHz + 0,3%
AC Coupling (Acoplamento AC)	5% a 95%	

Largura de pulso [1, 2]

Tabela 8-11 Especificações de largura de pulso

Escala	Precisão no fundo de escala
0,01 ms a 1999,9 ms	0,2% + 3

[1] A precisão para ciclo de serviço e largura de pulso é baseada em uma entrada de onda quadrada de 5 V para a escala DC 5 V.

[2] A largura de pulso deve ser acima de 10 µs e os respectivos intervalo e resolução são determinados pela freqüência do sinal. Consulte detalhes na Tabela 8-8.

Sensibilidade a freqüência durante medição de corrente

Para a entrada máxima, consulte a medição de tensão AC.

Tabela 8-12 Especificações de sensibilidade a freqüência durante medição de corrente

Escala da entrada	Sensibilidade mínima (onda senoidal rms) 30 Hz a 20 kHz
50 mA	2,5 mA
500 mA	25 mA

Especificações da Retenção de pico de 1 ms

Tabela 8-13 Especificações da Retenção de pico

Largura de sinal	Precisão para mV/tensão/corrente DC
Evento único > 1 ms	2% + 400 para todas as escalas

Especificações de resistência

As especificações de resistência a seguir serão válidas se a tensão aberta máxima for menor que +4,8 V. Para teste de continuidade, o instrumento emitirá um sinal sonoro quando a resistência for menor do que 10,00 Ω.

Tabela 8-14 Especificações de resistência

Escala	Resolução	Precisão	Corrente de entrada mínima	Proteção contra sobrecarga
500 Ω [1]	0,01 Ω	0,15% + 8	0,45 mA	250 Vrms
5 kΩ [1]	0,1 Ω	0,15% + 5	0,45 mA	
50 kΩ	1 Ω		45 µA	
500 kΩ	10 Ω		4,5 µA	
5 MΩ	0,1 kΩ		450 nA	
50 MΩ [2]	1 kΩ	1% + 8	45 nA	

[1] A precisão de 500 Ω e 5 kΩ é especificada após a aplicação da função relativa, utilizada para compensar a resistência do fio de teste e o efeito térmico.

[2] Na escala de 50 MΩ, a umidade relativa (U.R.) é especificada como <60%.

Especificações de verificação de diodo e continuidade audível

A proteção contra sobrecarga é de 250 Vrms e o instrumento emitirá um sinal sonoro quando a leitura estiver abaixo de 50 mV (aproximadamente).

Tabela 8-15 Especificações de verificação de diodo

Escala	Resolução	Precisão	Corrente de teste	Tensão aberta
Diodo	0,1 mV	0,05% + 5	Aproximadamente 0,45 mA	< +4,8 VDC

Especificações de saída

A precisão é dada como ± (% da saída + contagens de dígito menos significativo) a 23 °C ± 5 °C, com umidade relativa inferior a 80%, e aquecimento por pelo menos cinco minutos.

Saídas de tensão e corrente constantes

Tabela 8-16 Especificações de saída de tensão constante (CV)

Função	Escala	Resolução	Precisão	Corrente máxima de saída [2]
Constante tensão (CV) [1]	± 1,500 V	0,1 mV	0,03% + 3	25 mA ou inferior
	± 15,000 V	1 mV		

[1] A proteção de tensão de entrada máxima é de 30 VDC.

[2] Coeficiente de carga: 0,012 mV/mA para saída de 1,5 V.

Tabela 8-17 Especificações de saída de corrente constante (CC)

Função	Escala	Resolução	Precisão	Tensão máxima de saída [2]
Constante corrente (CC) [1]	± 25,000 mA	1 µA	0,03% + 5	12 V ou inferior [3]

[1] A proteção de tensão de entrada máxima é de 30 VDC.

[2] Coeficiente de carga: 1 µA/ V, a tensão de saída mínima baseia-se em 20 mA em uma carga de 600 Ω.

[3] Se o loop de corrente tiver 24 V, uma tensão mínima de 24 V pode ser alcançada com uma corrente de 20 mA em uma carga de 1.200 Ω, usando o fio amarelo especial. Válido somente para o modo de simulação para saída em mA; consulte "Modo de simulação para saída de mA" na página 88, para obter mais informações.

Saída de onda quadrada

A proteção de tensão de entrada máxima é de 30 VDC.

Tabela 8-18 Especificações de saída de onda quadrada

Saída	Escala	Resolução	Precisão
Freqüência (Hz)	0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 240, 300, 400, 480, 600, 800, 1200, 1600, 2400, 4800	0,01	0,005% + 1
Ciclo de serviço (%) [1]	0,39% a 99,60%	0,390625%	0,01% + 0,2% [2]
Largura de pulso (ms) [1]	1/Freqüência	Escala/256	0,01% + 0,3 ms
Amplitude (V)	5 V, 12 V	0,1 V	2% + 0,2 V
	±5 V, ±12 V		2% + 0,4 V

[1] A largura de pulso positiva ou negativa precisa ser maior que 50 µs para o ajuste do ciclo de serviço ou da largura de pulso sob freqüência diferente. Do contrário, a precisão e a escala serão diferentes da definição.

[2] Para freqüências de sinal maiores que 1 kHz, um adicional de 0,1% por kHz é somado à precisão.

www.keysight.com

Fale conosco

Para solicitar serviços, garantia ou assistência técnica, entre em contato conosco pelos seguintes telefones:

Estados Unidos:
(tel.) 800 829 4444 (fax) 800 829 4433
Canadá:
(tel.) 877 894 4414 (fax) 800 746 4866
China:
(tel.) 800 810 0189 (fax) 800 820 2816
Europa:
(tel.) 31 20 547 2111
Japão:
(tel.) (81) 426 56 7832 (fax) (81) 426 56 7840
Coréia:
(tel.) (080) 769 0800 (fax) (080) 769 0900
América Latina:
(tel.) (305) 269 7500
Taiwan:
(tel.) 0800 047 866 (fax) 0800 286 331
Outros países da região Ásia-Pacífico:
(tel.) (65) 6375 8100 (fax) (65) 6755 0042

Se preferir, visite o site da Keysight em:
www.keysight.com/find/assist

As especificações e descrições de produtos neste documento estão sujeitas a alterações sem aviso. Sempre procure no site da Keysight a última revisão.